

**USE OF COMPOSITIONS CONSISTING OF CATIONIC COMPOUNDS AND PROTON DONORS FOR STABILISING AND/OR ISOLATING NUCLEIC ACIDS IN OR FROM MICRO-ORGANISMS SUCH AS PROKARYOTS, FUNGI, PROTOZOA OR ALGAE**

**Publication number:** DE10031236

**Publication date:** 2002-01-10

**Inventor:** HOLLAENDER VERA (DE); WYRICH RALPH (DE);  
OELMUELLER UWE (DE)

**Applicant:** QIAGEN GMBH (DE)

**Classification:**

**- international:** C12N15/09; C07C211/62; C07C211/63; C07C211/64;  
C07F9/54; C12N15/00; C12N15/10; C12P19/34;  
G01N33/50; C12R1/19; C12N15/09; C07C211/00;  
C07F9/00; C12N15/00; C12N15/10; C12P19/00;  
G01N33/50; (IPC1-7): C07C53/00; C07C57/00;  
C07C59/00; C07C59/245; C07C59/347; C07C229/00;  
C07H21/00; C07B63/00; C07C55/07; C07C211/62;  
C07F9/54; C07H1/00; C09K15/20; C09K15/32;  
C12N1/04; C12N15/10; C12Q1/68; G01N33/50

**- European:** C12N15/10A; C07C211/62; C07C211/63; C07C211/64;  
C07F9/54

**Application number:** DE20001031236 20000627

**Priority number(s):** DE20001031236 20000627

**Also published as:**



WO0200600 (A1)

WO0200599 (A1)

US7270953 (B2)

US6861213 (B2)

US2004014703 (A1)

more >>

**Report a data error here**

**Abstract of DE10031236**

The invention relates to the use of compositions for isolating and/or stabilising nucleic acids in or from micro-organisms such as prokaryots, fungi, protozoa or algae. The composition comprises a cationic compound of general formula  $Y<+>R_1R_2R_3R_4 X'$  as an essential constituent; wherein Y can represent nitrogen or phosphorus;  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  and  $R_4$  can independently represent an unbranched or branched C1-C20 alkyl radical and/or a C6-C20 aryl radical and a C6-C26 aralkyl radical; and  $X'$  can represent an anion pertaining to an inorganic or organic, monobasic or polybasic acid.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 31 236 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 100 31 236.5  
㉔ Anmeldetag: 27. 6. 2000  
㉕ Offenlegungstag: 10. 1. 2002

㉙ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**C 07 H 21/00**  
C 07 H 1/00  
C 09 K 15/20  
C 09 K 15/32  
C 12 N 15/10  
C 12 N 1/04  
C 12 Q 1/68  
G 01 N 33/50  
C 07 B 63/00  
C 07 C 211/62  
C 07 F 9/54  
C 07 C 55/07

DE 100 31 236 A 1

// C07C 53/00,57/00, 59/00,59/245,59/347, 229/00

㉙ Anmelder:  
QIAGEN GmbH, 40724 Hilden, DE  
  
㉚ Vertreter:  
Zimmermann & Partner, 80331 München

㉛ Erfinder:  
Holländer, Vera, 59423 Unna, DE; Wyrich, Ralph,  
41542 Dormagen, DE; Oelmüller, Uwe, 40699  
Erkrath, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

㉜ Verwendung von Carbonsäuren und anderen Additiven in Kombination mit kationischen Verbindungen zur Stabilisierung von Nukleinsäuren in biologischen Materialien

㉝ Die vorliegende Erfindung betrifft neue Kompositionen zur Isolierung und/oder Stabilisierung von Nukleinsäuren in Materialien biologischer Herkunft. Die Kompositionen umfassen als einen wesentlichen Bestandteil eine kationische Verbindung der allgemeinen Formel  
 $Y^+R_1R_2R_3R_4X^-$   
worin  
Y Stickstoff oder Phosphor  
 $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  und  $R_4$  unabhängig voneinander einen unverzweigten oder verzweigten  $C_1$ - $C_{20}$ -Alkylrest und/oder einen  $C_6$ - $C_{20}$ -Arylrest sowie einen  $C_6$ - $C_{26}$ -Aralkylrest und  
 $X^-$  ein Anion einer anorganischen oder organischen, ein- oder mehrbasischen Säure  
bedeuten können.

DE 100 31 236 A 1

## Beschreibung

- [0001] Die vorliegende Erfindung betrifft neue Kompositionen zur Isolierung und/oder Stabilisierung von Nukleinsäuren in Materialien biologischer Herkunft. Die Komposition umfassen als einen wesentlichen Bestandteil eine kationische Verbindung der allgemeinen Formel



worin

- Y Stickstoff oder Phosphor,  
 R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> und R<sub>4</sub> unabhängig voneinander einen unverzweigten oder verzweigten C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-Alkylrest und/oder einen C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>-Arylrest sowie einen C<sub>6</sub>-C<sub>26</sub>-Aralkylrest und  
 X<sup>-</sup> ein Anion einer anorganischen oder organischen, ein- oder mehrbasischen Säure bedeuten können
- und mindestens einen Protonendonator als Additiv.
- [0002] Bevorzugt sind Kompositionen, in denen die kationische Verbindungen aus einem Ammoniumsalz besteht, in dem R<sub>1</sub> einen höheren Alkylrest – vorzugsweise mit 12, 14 oder 16 Kohlenstoffatomen – und R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> und R<sub>4</sub> jeweils eine Methylgruppe bedeutet.
- [0003] Bevorzugt sind weiterhin Kompositionen, in denen R<sub>1</sub> eine Aralkylgruppe – vorzugsweise eine Benzylgruppe –, R<sub>2</sub> einen höheren Alkylrest – vorzugsweise mit 12, 14 oder 16 Kohlenstoffatomen – und R<sub>3</sub> und R<sub>4</sub> eine Methylgruppe bedeutet.
- [0004] Als Anionen werden Bromid, Chlorid, Phosphat, Sulfat, Formiat, Acetat, Propionat, Oxalat oder Succinat bevorzugt.
- [0005] C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>-Alkyl steht im allgemeinen für einen verzweigten oder unverzweigten Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 6 Kohlenstoffatom(en), der gegebenenfalls mit einem oder mehreren Halogenatom(en) – vorzugsweise Fluor – substituiert sein kann, die untereinander gleich oder verschieden sein können. Als Beispiele seien folgende Kohlenwasserstoffreste genannt:  
 Methyl, Ethyl, Propyl, 1-Methylethyl(iso-Propyl), Butyl, 1-Methylpropyl, 2-Methylpropyl, 1,1-Dimethylethyl, n-Pentyl, 1-Methylbutyl, 2-Methylbutyl, 3-Methylbutyl, 1,1-Dimethylpropyl, 1,2-Dimethylpropyl, 2,2-Dimethylpropyl, 1-Ethylpropyl, Hexyl, 1-Methylpentyl, 2-Methylpentyl, 3-Methylpentyl, 4-Methylpentyl, 1,1-Dimethylbutyl, 1,2-Dimethylbutyl, 1,3-Dimethylbutyl, 2,2-Dimethylbutyl, 2,3-Dimethylbutyl, 3,3-Dimethylbutyl, 1-Ethylbutyl, 2-Ethylbutyl, 1,1,2-Trimethylpropyl, 1,2,2-Trimethylpropyl, 1-Ethyl-1-methylpropyl und 1-Ethyl-2-methylpropyl.
- [0006] Höherer Alkylrest steht für einen verzweigten oder unverzweigten C<sub>7</sub>-C<sub>20</sub>-Alkylrest der gegebenenfalls mit einem oder mehreren Halogenatom(en) – vorzugsweise Fluor – substituiert sein kann, die untereinander gleich oder verschieden sein können. Als Beispiele seien folgende Kohlenwasserstoffreste genannt: verzweigtes oder unverzweigtes Heptyl, Octyl, Nonyl, Decyl, Undecyl, Dodecyl, Tetradecyl, Hexadecyl, Dodecadecyl und Eicosyl.
- [0007] C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>-Alkenyl steht im allgemeinen für einen verzweigten oder unverzweigten Kohlenwasserstoffrest mit 3 bis 6 Kohlenstoffatom(en), mit einer oder ggf. mehreren Doppelbindungen, der gegebenenfalls mit einem oder mehreren Halogenatom(en) – vorzugsweise Fluor – substituiert sein kann, die untereinander gleich oder verschieden sein können. Als Beispiele seien folgende Kohlenwasserstoffreste genannt:  
 2-Propenyl (Allyl), 2-Butenyl, 3-Butenyl, 1-Methyl-2-propenyl, 2-Methyl-2-propenyl, 2-Pentenyl, 3-Pentenyl, 4-Pentenyl, 1-Methyl-2-butenyl, 2-Methyl-2-butenyl, 3-Methyl-2-butenyl, 1-Methyl-3-butenyl, 2-Methyl-3-butenyl, 3-Methyl-3-butenyl, 1,1-Dimethyl-2-propenyl, 1,2-Dimethyl-2-propenyl, 1-Ethyl-2-propenyl, 2-Hexenyl, 3-Hexenyl, 4-Hexenyl, 5-Hexenyl, 1-Methyl-2-pentenyl, 2-Methyl-2-pentenyl, 3-Methyl-2-pentenyl, 4-Methyl-2-pentenyl, 1-Methyl-3-pentenyl, 2-Methyl-3-pentenyl, 3-Methyl-3-pentenyl, 4-Methyl-3-pentenyl, 1-Methyl-4-pentenyl, 3-Methyl-4-pentenyl, 4-Methyl-4-pentenyl, 1,1-Dimethyl-2-butenyl, 1,1-Dimethyl-2-butenyl, 1,1-Dimethyl-3-butenyl, 1,2-Dimethyl-2-butenyl, 1,2-Dimethyl-3-butenyl, 1,3-Dimethyl-2-butenyl, 1,3-Dimethyl-3-butenyl, 2,2-Dimethyl-3-butenyl, 2,3-Dimethyl-2-butenyl, 2,3-Dimethyl-3-butenyl, 1-Ethyl-2-butenyl, 1-Ethyl-3-butenyl, 2-Ethyl-1-butenyl, 2-Ethyl-2-butenyl, 2-Ethyl-3-butenyl, 1,1,2-Trimethyl-2-propenyl, 1-Ethyl-1-methyl-2-propenyl und 1-Ethyl-2-methyl-2-propenyl.
- [0008] C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>-Alkynyl steht im allgemeinen für einen verzweigten oder unverzweigten Kohlenwasserstoffrest mit 3 bis 6 Kohlenstoffatom(en), mit einer oder ggf. mehreren Dreifachbindungen, der gegebenenfalls mit einem oder mehreren Halogenatom(en) – vorzugsweise Fluor – substituiert sein kann, die untereinander gleich oder verschieden sein können. Als Beispiele seien folgende Kohlenwasserstoffreste genannt:  
 2-Propinyl (Propargyl), 2-Butinyl, 3-Butinyl, 1-Methyl-2-propinyl, 2-Methyl-2-propinyl, 2-Pentinyl, 3-pentinyl, 4-Pentinyl, 1-Methyl-2-butinyl, 2-Methyl-2-butinyl, 3-Methyl-2-butinyl, 1-Methyl-3-butinyl, 2-Methyl-3-butinyl, 3-Methyl-3-butinyl, 1,1-Dimethyl-2-propinyl, 1,2-Dimethyl-2-propinyl, 1-Ethyl-2-propinyl, 2-Hexinyl, 3-Hexinyl, 4-Hexinyl, 5-Hexinyl, 1-Methyl-2-pentinyl, 2-Methyl-2-pentinyl, 3-Methyl-2-pentinyl, 4-Methyl-2-pentinyl, 1-Methyl-3-pentinyl, 2-Methyl-3-pentinyl, 3-Methyl-3-pentinyl, 4-Methyl-3-pentinyl, 1-Methyl-4-pentinyl, 3-Methyl-4-pentinyl, 4-Methyl-4-pentinyl, 1,1-Dimethyl-2-butinyl, 1,1-Dimethyl-2-butinyl, 1,1-Dimethyl-3-butinyl, 1,2-Dimethyl-2-butinyl, 1,2-Dimethyl-3-butinyl, 1,3-Dimethyl-2-butinyl, 1,3-Dimethyl-3-butinyl, 2,2-Dimethyl-3-butinyl, 2,3-Dimethyl-2-butinyl, 2,3-Dimethyl-3-butinyl, 1-Ethyl-2-butinyl, 1-Ethyl-3-butinyl, 2-Ethyl-1-butinyl, 2-Ethyl-2-butinyl, 2-Ethyl-3-butinyl, 1,1,2-Trimethyl-2-propinyl, 1-Ethyl-1-methyl-2-propinyl und 1-Ethyl-2-methyl-2-propinyl.
- [0009] Aryl steht – steht sofern nicht anders definiert – für einen aromatischen ein- oder mehrkernigen Rest mit 4 bis 22 C-Atomen, der ggf. ein oder zwei Heteroatome enthalten kann. Als Beispiele seien genannt: Phenyl, Naphthyl, Anthracyl bzw. Pyrol, Furan, Thiophen, Pyridin, Pyridazin, Pyrimidin oder Pyrazin, und der ggf. durch Halogen (F, Cl, Br, J) – vorzugsweise Fluor – oder durch eine Alkylgruppe unabhängig voneinander ein- oder mehrfach substituiert sein kann.
- [0010] Aralkyl bedeutet einen ein- oder mehrkernigen Arylrest im Sinne der vorstehenden Definition, der über eine C<sub>1</sub>-

C<sub>6</sub>-Alkyl-, C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>-Alkenyl- oder eine C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>-Alkinylenbrücke, für welche die Definition der C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>-Alkyl-, C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>-Alkenyl und C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>-Alkinylen-Gruppen entsprechend gelten, an die kationische Partialstruktur gebunden ist. Im Sinne der vorliegenden Erfindung wird die Benzylgruppe bevorzugt.

[0011] Als Gegenionen X<sup>-</sup> eignen sich bevorzugt alle Anionen von Halogenwasserstoffsäuren oder Anionen ein- oder zweibasischer organischer Säuren wie Acetat oder Oxalat, Malonat, Succinat oder Citrat.

[0012] Als Protonendonoren im Sinne der vorliegenden Erfindung sind in erster Linie gesättigte aliphatische Monocarbonsäuren, ungesättigte Alkenyl-carbonsäuren, gesättigte und/oder ungesättigte aliphatische C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>-Dicarbonsäuren, aliphatische Ketocarbonsäuren oder Ketodicarbonsäuren sowie Aminosäuren neben Mineralsäuren oder deren Salze allein oder in Kombination geeignet. Dabei können alle genannten organischen Säuren in unsubstituierter Form oder als substituierte Derivate eingesetzt werden, worunter – sofern nicht anders angegeben – die unsubstituierten oder ein bzw. mehrfach durch Hydroxyl-Gruppen substituierten Derivate bevorzugt werden.

[0013] Als gesättigte aliphatische Monocarbonsäuren im Sinne der vorliegenden Erfindung werden neben Ameisensäure vorzugsweise C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>-Alkyl-carbonsäuren verstanden, worunter Essigsäure, Propionsäure, n-Buttersäure, n-Valeriansäure, Isovaleriansäure, Ethyl-methylessigsäure (2-Methyl-buttersäure), 2,2-Dimethylpropionsäure (Pivalinsäure), n-Hexansäure, n-Octansäure, n-Decansäure sowie n-Dodecansäure (Laurinsäure) bevorzugt werden. Daneben können auch die sich von den genannten Säuren ableitenden Ketocarbonsäuren Verwendung finden.

[0014] Als ungesättigte Alkenyl-carbonsäuren im Sinne der Erfindung seien beispielsweise Acrylsäure (Propensäure), Methacrylsäure, Crotonsäure, iso-Crotonsäure sowie Vinyllessigsäure genannt.

[0015] Bevorzugt im Sinne der vorliegenden Erfindung sind gesättigte aliphatische C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>-Dicarbonsäuren, wie zum Beispiel Oxalsäure, Malonsäure, Bernsteinsäure, Glutarsäure oder Adipinsäure, worunter Oxalsäure und Bernsteinsäure ganz besonders bevorzugt werden.

[0016] Besonders bevorzugt werden zur Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe aliphatische Hydroxi-di- und -tricarbonsäuren eingesetzt, worunter Tartronsäure, D-(+)-, L-(-) oder DL-Äpfelsäure, (2R,3R)-(+)-Weinsäure, (2S,3S)-(-)-Weinsäure, meso-Weinsäure und Citronensäure ganz besonders bevorzugt werden.

[0017] Zur Lösung der vorliegenden Erfindungen eignen sich daneben auch ungesättigte Dicarbonsäuren wie Malein- oder Fumarsäure oder ungesättigte Tricarbonsäuren, wie zum Beispiel Aconitsäure.

[0018] Im Sinne der vorliegenden Erfindung können jedoch auch aliphatische Ketodicarbonsäuren als Additive eingesetzt werden, wie z. B. Mesoxalsäure und Oxaleessigsäure, worunter Oxaleessigsäure ganz besonders bevorzugt wird.

[0019] Des weiteren können im Sinne der vorliegenden Erfindung Aminosäuren eingesetzt werden, worunter α-Aminosäuren – wie z. B. Aminoessigsäure (Glycin), α-Aminopropionsäure (Alanin), α-Amino-iso-valeriansäure (Valin), α-Amino-iso-capronsäure (Leucin) und α-Amino-β-methylvaleriansäure (Isoleucin) bevorzugt werden. Besonders bevorzugt findet dabei Glycin Verwendung.

[0020] Die genannte Protonendonoren können als Einzelsubstanzen bzw. in Form der reinen Stereoisomeren als auch in Mischungen eingesetzt werden.

[0021] Als weitere Additive können im Sinne der vorliegenden Erfindung ebenfalls Mineralsäuren und deren Salze eingesetzt werden. Bevorzugt kommen dabei deren Salze von Mineralsäuren – wie Phosphorsäure oder Schwefelsäure – mit Alkalimetallen oder deren Ammoniumsalze zur Anwendung. Besonders bevorzugt finden dabei Phosphorsäure und Ammoniumsulfat Verwendung.

[0022] Als Nukleinsäuren werden im Sinn der vorliegenden Erfindung Nukleinsäuren im breiteren Sinne verstanden, so z. B. Ribonukleinsäuren (RNA) wie auch Desoxyribonukleinsäuren (DNA) in allen Längen und Konfigurationen, wie Doppelstrang, Einzelstrang, circular und linear, verzweigt usw. umfassen und alle möglichen Unterarten, wie z. B. monomere Nukleotide, Oligomere, Plasmide, virale und bakterielle DNA und RNA, sowie genomische und nichtgenomische DNA und RNA aus Tier- und Pflanzenzellen oder anderen Eukaryonten, mRNA in prozessierter und unprozessierter Form, tRNA, hn-RNA, rRNA, cDNA sowie alle anderen denkbaren Nukleinsäuren einschließen.

[0023] Als biologische Probe mit Nukleinsäuren können zellfreies Probenmaterial, Plasma, Körperflüssigkeiten, wie beispielsweise Blut, Serum, Zellen, Leukozytenfraktionen, Crusta Phlogistica, Sputum, Urin, Sperma, Faeces, Abstriche, Punktate, Gewebeproben jeder Art – wie z. B. Biopsien –, Gewebeteile und Organe, Lebensmittelproben, die freie oder gebundene Nukleinsäuren oder Nukleinsäurehaltige Zellen enthalten, Umweltproben, die freie oder gebundene Nukleinsäuren oder Nukleinsäure-haltige Zellen enthalten – wie z. B. Organismen (Ein- oder Mehrzeller; Insekten etc.), Pflanzen und Pflanzenteile, Bakterien, Viren, Hefen und andere Pilze, andere Eukaryonten und Prokaryonten etc., wie sie beispielsweise in der Europäischen Patentanmeldung Nr. 95909684.3 offenbart sind, auf die hiermit inhaltlich Bezug genommen wird, oder auch freie Nukleinsäuren verwendet werden.

#### Zum technologischen Hintergrund der Erfindung

[0024] Aus dem Stand der Technik ist hinlänglich bekannt, dass die genetische Herkunft und funktionelle Aktivität einer Zelle durch Studien ihrer Nukleinsäuren bestimmt und untersucht werden kann. Die Analysen der Nukleinsäuren und Proteine ermöglichen den direkten Zugriff auf die Ursache der Aktivitäten von Zellen. Sie sind somit indirekten, konventionellen Methoden, wie z. B. dem Nachweis von Stoffwechselprodukten, potentiell überlegen. So werden molekularbiologische Analysen bereits in vielen Bereichen eingesetzt, z. B. in der medizinischen und klinischen Diagnostik, in der Pharmazie bei der Entwicklung und Evaluierung von Arzneimitteln, in der Lebensmittelanalytik sowie bei der Überwachung der Lebensmittelherstellung, in der Agrarwirtschaft bei der Züchtung von Nutzpflanzen und Nutztieren sowie in der Umweltanalytik und in vielen Forschungsgebieten.

[0025] Durch die Analyse der RNA, speziell der mRNA in Zellen, lassen sich die Aktivitäten von Genen direkt bestimmen. Die quantitative Analyse von Transkriptmustern (mRNA-Mustern) in Zellen durch moderne molekularbiologische Methoden, wie z. B. Echtzeit-Reverse-Transcriptase-PCR ("Real time RT PCR") oder Genexpressions-Chip-Analysen, ermöglicht z. B. die Erkennung fehlerhaft exprimierter Gene, wodurch z. B. Stoffwechselkrankheiten, Infektionen oder die Entstehung von Krebs erkannt werden können. Die Analyse der DNA aus Zellen durch molekularbiologische Metho-

den, wie z. B. PCR, RFLP, AFLP, SNP oder Sequenzierung ermöglicht z. B. den Nachweis genetischer Defekte oder die Bestimmung des HLA-Typs sowie anderer genetischer Marker.

**[0026]** Die Analyse genomischer DNA und RNA wird auch zum direkten Nachweis von infektiösen Erregern, wie Viren, Bakterien usw. eingesetzt.

- 5 **[0027]** Unbedingte Voraussetzung für Nukleinsäureanalytik ist die sofortige Stabilisierung der Nukleinsäuren und Proteine nach Entnahme der biologischen Probe aus ihrer natürlichen Umgebung. Dies gilt für DNA und insbesondere RNA, die nach Entnahme der biologischen Probe sehr schnell abgebaut werden kann. Andererseits kann es nach der Entnahme der biologischen Probe durch Induktion z. B. von Streßgenen auch zur Synthese neuer mRNA-Moleküle kommen, wodurch das Transkriptmuster der Zellen verändert werden kann. Dadurch können nachfolgende Analysen verfälscht werden.
- 10 **[0028]** In der Zwischenzeit können sich die in den Proben enthaltenen Nukleinsäuren verändern oder sogar vollständig zersetzen. Dies beeinflußt natürlich das Ergebnis später durchgeführter Tests massiv oder macht diese gänzlich unmöglich. Für solche Tests werden molekularbiologische Techniken wie z. B. Northern- sowie Southern-Blot-Analyse, PCR, RT-PCR, SunRise, LCR, branched-DNA (bDNA), SDA, DNA- und RNA-Chips und Arrays zur Genexpressions- und Mutationsanalytik, RFLP, AFLP, SNP-Analysen, cDNA-Synthesen, subtraktive Hybridisierung oder die Taqman-Technologie und weitere Echtzeitquantifizierungsverfahren eingesetzt. Auf der anderen Seite verkörpert die Verwendung von hochreiner, intakter Nukleinsäure – DNA oder RNA – ein Kriterium von fundamentaler Relevanz für die Anwendung

- 20 bzw. Durchführung der oben genannten Tests. Daneben stellt die Isolierung der Nukleinsäure-haltigen Proben wie auch der Assays jeweils einen zeitaufwendigen Arbeitsschritt dar. Des weiteren kann die Kontamination eines auf dem Gebiet der Molekularbiologie arbeitenden Untersuchungslabors – wie sie z. B. bei einer fehlerhaften Versuchsdurchführung auftreten kann – zu fehlerhaften Untersuchungsergebnissen führen.

25

#### Zum Stand der Technik

- [0029]** Eine große Anzahl von Publikationen schlägt die Verwendung von Mischungen auf der Basis von Ethanol und Aceton als Fixative für die nachfolgende Isolierung von Nukleinsäure aus einer entsprechenden Proben – wie z. B. Gewebe – vor. Nach dem Studium dieser Literatur wird allerdings deutlich, dass derartige Ethanol/Aceton-Mischungen
- 30 längst nicht alle Anforderungen, die an eine sichere RNA-Gewinnung gestellt werden, erfüllen können. So sind derartige Mischungen nicht in der Lage, die RNA vor dem Abbau zu schützen. Daneben wird nicht der Schutz der RNA in festen, aus umfangreicheren Zellverbänden aufgebauten Proben sichergestellt. Daneben sind die vorgeschlagenen Gemische leicht entzündlich bzw. explosionsgefährlich, was mit einem nicht unerheblichen Gefahrenmoment bei der Arbeit im Laboratorium verbunden ist.

- 35 **[0030]** Daneben befaßt sich ein mehr peripher relevanter Stand der Technik mit der Gewinnung von RNA aus fixierten bzw. konservierten Gewebeproben. Diese Abhandlungen haben im wesentlichen die Eignung von histologischen Präparaten zum Gegenstand, um die Signalstärke, die bei einer in situ Hybridisierung erreicht wird, zu maximieren. Mit anderen Worten: derartige Experimente dienen eher dazu, RNA nachzuweisen anstatt sie zu konservieren [US-Patente 5 196 182 und 5 260 048].

- 40 **[0031]** Andere Berichte haben die Gewinnung von fragmentierter RNA oder DNA aus einem fixierten Gewebe zum Gegenstand, um die so erhaltenen Fragmente in einer – eingeschränkten – molekularen Analyse mit Hilfe der PCR unterziehen zu können. Um eine derart fragmentierte DNA bzw. RNA erhalten zu können werden die entsprechenden Proben gewöhnlich mit Proteinase K behandelt, um die strukturgebenden Gewebekomponenten abzubauen zu können; erst danach wird die RNA mit einer Guanidiniumsalz-haltigen Lösung extrahiert. Allerdings ist die auf diese Art und Weise aus fixiertem Gewebe erhaltene RNA von geringer Qualität und weist nur eine Größe von ca. 200 Basen auf. Dies ist gemäß dem Stand der Technik auf eine gewisse Anzahl von bestimmten Faktoren zurückzuführen, die u. a. den nachteiligen
- 45 Einfluß von endogener sowie Vernetzungsreaktionen der DNA bzw. RNA innerhalb der intrazellulären Matrix während der Fixierung umfassen. Basierend auf dem Umstand, dass die DNA bzw. RNA in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle zumindest partiell abgebaut ist, kann eine so gewonnene DNA bzw. RNA nicht mehr erfolgreich in einer Northern-Analyse eingesetzt werden. Eine derartig isolierte RNA könnte höchstens noch mit gewissen Erfolgsaussichten in einer RT-PCR-Reaktion eingesetzt werden, dort aber nur zur Amplifikation relativ kleiner Fragmente.

- 50 **[0032]** Ferner ist dem Stand der Technik die Verwendung von Ammoniumsulfat zur Konservierung von RNA bei Temperaturen oberhalb des Gefrierpunkts zu entnehmen [WO 00/06780]. Eine derartige Komposition hat unter der Bezeichnung RNAlater Eingang in den Stand der Technik gefunden. Allerdings sind derartige wässrige Ammoniumsulfat-Lösungen nicht dazu geeignet RNA in Blut, Plasma oder Seren zu stabilisieren. Aufgrund des Umstandes, dass die genannten Proben eine hohe Proteinkonzentration aufweisen, wird beim Kontakt mit derartigen Ammoniumsalz-Lösungen sofort ein schwerlöslicher Niederschlag gebildet [RNAlater Produktinformation der Firma Ambion, Austin, Texas (USA)].

- [0033]** Des weiteren ist aus seit geraumer Zeit aus dem Stand der Technik bekannt, sog. kationische Verbindungen zur Isolierung von Nukleinsäuren aus biologischen Proben einzusetzen. Derartige Anwendungen werden u. a. in den US-Patenten 5,010,183 und US 5,300,635, sowie in der europäischen Patentschrift EP 0442026 beschrieben. In den genannten Dokumenten wird die biologische Probe jeweils nur im Rahmen der für eine Probenvorbereitung üblichen Inkubationszeiten, d. h. im Bereich von Minuten, mit der kationischen Verbindung inkubiert; anschließend wird die Nukleinsäure weiter aufgereinigt.

- 60 **[0034]** Eine Überprüfung der aus dem Stand der Technik bekannten Verbindungen hat ergeben, dass die in dem Stand der Technik genannten kationischen Verbindungen – insbesondere das in den US-Patenten offenbarte Tetradecyltrimethylammonium Oxalat – alleine keine ausreichende Stabilisierung zellulärer RNA – beispielsweise bei der längeren Lagerung von Blut – gewährleisten.

**[0035]** Zwar sind dem Stand der Technik Versuche bekannt beispielsweise Viren in Blut über einen Zeitraum von meh-

rerer Tage zu stabilisieren, doch ist diesen Befunden keinerlei Hinweis über die Unversertheit der RNA zu entnehmen. So beschreiben Schmidt und MacFarlane [J. Medical Virology 47, (1995) 153] die Stabilisierung von Hepatitis C Viren in Blut mittels Catrimox-14™ für sieben Tage bei Raumtemperatur. Der Nachweis der Viren erfolgte dabei mittels RT-PCR Amplifikation eines 250 Bp langen Fragmentes des HCV-Genomes. Der dort offenbarte Nachweis liefert jedoch kein ausreichendes Kriterium für die Intaktheit der RNA, da nur ein kurzes Fragment amplifiziert wurde. Außerdem wurde der Versuch mit einer Probe unbestimmter Viruslast durchgeführt, so dass keine Aussagen über einen Abbau von Virus-RNA während der Lagerung gemacht werden konnten.

[0036] Daneben wird in der Internationalen Patentanmeldung WO 99/29904 die Stabilisierung von DNA in Körperflüssigkeiten unter Verwendung von EDTA, EGTA oder BAPTA in Kombination mit Guanidin Hydrochlorid, Guanidin-Thiocyanat, Lithiumchlorid, Manganchlorid, Sarkosyl, SDS, Natriumperchlorat, Natriumsalicylat und Natriumthiocyanat beschrieben. Außerdem ist dem Stand der Technik zu entnehmen, dass phenolhaltige Reagenzien wie z. B. Trizol™ zur Stabilisierung von RNA während der Lagerung verwendet werden können. – Alle diese Reagenzien sind jedoch sehr gesundheitsschädlich und damit nicht für Routineanwendungen geeignet.

[0037] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Komposition zur Verfügung zu stellen, welche die Stabilisierung von RNA in Gegenwart von Gewebe bzw. Blut, Plasma oder Serum zur Verfügung zu stellen.

[0038] Der vorliegenden Erfindung liegt daneben die Aufgabe zugrunde, eine Komposition in Form einer Stabilisierungslösung bereit zu stellen, deren Bestandteile nicht gesundheitsschädlich sind und damit z. B. auch für eine Stabilisierung von biologischem Probenmaterial während des Transportes vom Ort der Entnahme zu einem Labor ohne Gesundheitsgefahren für das mit der Probenbearbeitung befasste Personal eingesetzt werden kann.

[0039] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daneben darin, eine Komposition in Form einer Stabilisierungslösung zur Verfügung zu stellen, in der die Voraussetzung erfüllt wird, dass auch das Stabilisierungsreagenz selbst in Lösung stabil bleibt und keinerlei Vorbehandlung – wie z. B. das Auflösen schwerlöslicher Präzipitate – beim Anwender erforderlich macht. Derartige Vorbehandlungen sind stets mit der Gefahr der Variation in der Stabilisierungseffizienz verbunden.

[0040] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Komposition zur Verfügung zu stellen, die vielseitig einsetzbar ist, d. h., die bei einem großen Spektrum biologischer Proben angewendet werden kann.

[0041] Überraschenderweise wurde nun festgestellt, dass die Stabilisierung von Nukleinsäuren über einen längeren Zeitraum gelingt, wenn man die Nukleinsäuren einer biologischen Probe mit einer kationischen Verbindung, wie sie u. a. in den US-Patenten 5 010 183 und 5 300 645 offenbart sind, in Kontakt bringt und erfindungsgemäß mit einem oder mehreren der eingangs beschriebenen Additive versetzt. Additive, die sich bevorzugt für die Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe eignen, sind in Tab. 1 aufgeführt:

Tabelle 1

Bezeichnung	Formel
Essigsäure	CH <sub>3</sub> -COOH
Oxalsäure	HOOC-COOH
Malonsäure	HOOC-CH <sub>2</sub> -COOH
Tartronsäure	HOOC-CHOH-COOH
Bernsteinsäure	HOOC-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -COOH
Äpfelsäure	HOOC-CHOH-CH <sub>2</sub> -COOH
Weinsäure	HOOC-CHOH-CHOH-COOH
Glutarsäure	HOOC-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -COOH
Adipinsäure	HOOC-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -COOH
Zitronensäure	HOOC-CH <sub>2</sub> -COHCOOH-CH <sub>2</sub> -COOH
Maleinsäure	HOOC-CH=CH-COOH
Oxalessigsäure	HOOC-CO-CH <sub>2</sub> -COOH
Glycin	H <sub>2</sub> N-CH <sub>2</sub> -COOH
Ammoniumsulfat	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Phosphat	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> K und Na Salz

[0042] Das Additiv kann in unterschiedlichen Konzentrationen in dem Stabilisierungsreagenz vorliegen; beispiels-

weise kann es in Mischungen der Stabilisierungslösung mit Blut in einem Volumenverhältnis von 1 : 1 – bevorzugt 3 : 1 – in einer Konzentration von 50 mM bis zur Sättigung, bevorzugt 100 bis 1 M und besonders bevorzugt in einer Konzentration von 200–500 mM zugegen sein.

[0043] Dabei können in Abhängigkeit von der Natur des Additivs sich andere Konzentrationsbereiche als vorteilhaft erweisen. Daneben ist auch der Einsatz von Kombinationen verschiedener Additive möglich.

[0044] Die kationische Verbindung weist in der wässrigen Lösung der Komposition eine Konzentration in einem Bereich 0,01 Gew.-% und Sättigung, bevorzugt zwischen 0,1 Gew.-% und Sättigung und besonders bevorzugt zwischen 0,5 Gew.-% und 15 Gew.-% und ganz besonders bevorzugt zwischen 2 Gew.-% und 10 Gew.-% auf.

[0045] Naturgemäß werden bei der Zugabe einer Lösung von kationischer Verbindungen und Additiv die jeweiligen optimalen Konzentrationen durch das Volumen der biologischen Probe und das Volumenverhältnis von Stabilisierungslösung zur biologischen Probe bestimmt.

[0046] Der pH-Wert der Mischung aus kationischer Verbindung und Additiv kann in Abhängigkeit von der Probe im allgemeinen über einen weiten pH-Bereich (pH 2 bis 12) variiert werden und liegt bevorzugt in einem Intervall von pH 2 bis pH 10 und besonders bevorzugt in einem Intervall von pH 3 bis 8. Dabei ist der bevorzugte pH-Bereich abhängig von der eingesetzten biologischen Probe. – Für Blut, Plasma und Serum ist ein pH-Wert in einem Bereich zwischen pH 2 und pH 6 und besonders zwischen pH 3 und pH 4 bevorzugt.

[0047] Für biologische Proben wie andere zelluläre Körperflüssigkeiten außer Blut, Plasma und Serum, oder z. B. Bakterien, Punkate, Zellen, Gewebe und weiterer biologischer Proben – wie oben beschrieben – liegt der pH-Wert in der Stabilisierungslösung bestehend aus kationischer Verbindung und Additiv bevorzugt in einem Bereich von pH 3 bis pH 10 und besonders bevorzugt in einem Intervall von pH 4 bis pH 8.

[0048] Zur Stabilisierung von Nukleinsäuren in biologischen Proben kann die Probe mit einer Lösung, welche die kationische(n) Verbindung(en) und Additive enthält, vermischt werden. Dabei ist ein Zugabevolumen von 0,1 bis 10.000 Volumen der biologischen Probe möglich; bevorzugt wird ein Zugabevolumen in einem Bereich von 1 bis 1000 und ganz besonders bevorzugt in einem Intervall von 1 bis 100 Volumen. In Abhängigkeit von der Art der Probe – wie beispielsweise Proben aus feinen Nadelbiopsien oder Niedrigzellkulturen – können jedoch u. U. auch wesentlich höhere Volumina in Frage kommen.

[0049] Ebenso können die oben genannten kationischen Verbindungen und Additive auch als Feststoff zugesetzt werden, wenn die biologische Probe selbst Flüssigkeit zur Lösung des Feststoffes enthält (wie z. B. zellhaltige Körperflüssigkeiten, Zellen in Medium, Urin) oder Flüssigkeit, z. B. Wasser, zur Lösung des Feststoffes hinzu gegeben wird. Die Zugabe als Feststoff bietet den Vorteil, dass Feststoffe meist chemisch stabiler sind und ihre Zugabe zur Probe oft einfacher durchführbar ist.

[0050] Darüber hinaus ist insbesondere bei sehr kompakten biologischen Proben, wie beispielsweise Geweben, eine Zerkleinerung bzw. Homogenisation der Probe in der Stabilisierungslösung bzw. vor Mischung mit der Stabilisierungslösung möglich, um durch z. B. mechanische, chemische, physikalische oder enzymatische Einwirkung auf die Probe die Freisetzung der Nukleinsäuren oder einzelner Zellen bzw. Zellverbände durch Zerstörung einer kompakten Probe zu unterstützen. Eine mechanische Einwirkung kann z. B. mit einem elektrischen Messer, einer Kugelmühle oder durch Pressen durch eine Spritze geschehen, während sich geeignete Enzyme zur Einwirkung auf die Probe beispielsweise Hydro-lasen, Proteasen oder Lipasen anbieten.

[0051] Daneben kann die Probe auf rein physikalischem Wege – beispielsweise mittels Ultraschall – vorbehandelt werden.

[0052] Die Vorbehandlung kann des weiteren auf chemischen Wege – entweder allein oder in Kombination mit rein physikalischen Methoden – erfolgen. Als Mittel zur Unterstützung der Lyse können z. B. aliphatische Alkohole – insbesondere Isopropanol – oder Aldehyde bzw. Dialdehyde – wie z. B. Glyoxal – oder auch Phenole oder Phenolderivate – wie z. B. 2-Biphenylol oder ionische, zwitterionische und nicht-ionische Verbindungen – wie z. B. Sulphydryl – oder reduzierende Reagenzien – wie z. B. Dithiothreitol und  $\beta$ -Mercaptoethanol – oder Phosphorsäurederivate – wie z. B. Tributylphosphat – oder aber chaotrope Reagenzien, wie z. B. Harnstoff, Guanidinium-thiocyanat oder Guanidiniumhydrochlorid – oder Salze einzeln oder in Kombination verwendet werden.

[0053] Weitere Möglichkeiten zur mechanischen, chemischen, physikalischen oder enzymatischen Einwirkung auf Proben sind dem Fachmann bekannt und sollen hier umfaßt sein.

[0054] Die Lagerung des Probenmaterials kann – den jeweiligen Bedürfnissen folgend – über längere Zeiträume, wie z. B. von 1 bis zu 14 Tage oder länger, bei Raumtemperatur aber auch bei erhöhten Temperaturen, wie z. B. 40°C oder mehr, und auch bei erniedrigten Temperaturen wie z. B. 4°C oder –20°C oder weniger erfolgen.

[0055] Im Anschluß an die Lagerung der biologischen Probe in der Lösung der o. g. Verbindungen können entweder direkt Nukleinsäure-Analysetechniken angeschlossen werden, oder es kann eine Aufreinigung der Nukleinsäuren aus der Probe stattfinden.

[0056] Eine direkte Detektion/Analytik von Nukleinsäuren ist beispielsweise in Blotting-Techniken, gelelektrophoretischen Methoden zur Auftrennung von Biomolekülen und durch chromatographische Methoden zu sehen.

[0057] Zur Aufreinigung der Nukleinsäuren aus der biologischen Probe werden die freien Nukleinsäuren oder Nukleinsäure-haltige Zellen oder Partikel z. B. durch Zentrifugation oder Filtration von der restlichen Lösung abgetrennt und einer weiteren Aufreinigung zugeführt, die vorteilhaft in einem geringen Volumen stattfinden kann, wie in den US-Patenten US 5.010.183, US 5.300.645 und in der Europäischen Patentanmeldung mit der Anmeldenummer 99103457.0 beschrieben.

[0058] Die direkte Abtrennung der Nukleinsäuren bzw. der Nukleinsäure-haltigen Zellen oder Partikel im Lagerungsgefäß ermöglicht dabei die Einsparung zusätzlicher Schritte zur Überführung der Probe in andere Gefäße zur Aufreinigung und vermindert somit sowohl Probenverluste als auch die Gefahr von Verwechslungen und von Kontamination durch Verschleppungen von Nukleinsäuren von Probe zu Probe. Die Anwendung dieser Stabilisierungsreagenzien ermöglicht somit ein 1-Schritt-Verfahren zur Stabilisierung und direkten Isolierung von Nukleinsäuren in biologischen Proben, wobei RNA und DNA alternativ aus der biologischen Probe oder parallel aus einer Probe isoliert werden kann.

[0059] Durch die Stabilisierung von Nukleinsäuren mit Hilfe der erfindungsgemäßen Komposition aus einer oder mehreren kationischen Verbindung(en) und einem oder mehreren Additiv(en) wird erreicht, dass die Nukleinsäuren in einer Probe auch bei längerer Lagerung oder während eines Transports sich nicht verändern. Somit wird die Genauigkeit später durchgeführter Tests deutlich erhöht. In bestimmten Fällen – wenn z. B. das Probenmaterial über weite Strecken transportiert oder länger gelagert werden muß – macht das erfindungsgemäße Verfahren diese Tests nach einem derartigen Zeitraum überhaupt erst möglich. 5

[0060] Die Vorteile dieser Erfindung liegen insbesondere sowohl im Bereich der Forschung, z. B. für die Analyse von Transkriptspiegeln, die direkt nach der Entnahme fixiert werden müssen, als auch im Bereich klinischer Analysen – wie z. B. molekulare Diagnostik –, wo Patientenproben nach der Entnahme während Lagerung und Transport bis zur Analyse ebenfalls stabilisiert werden müssen. Insbesondere findet die Isolierung und Stabilisierung von Nukleinsäuren Anwendung in der Tumordiagnostik, in der Diagnostik erblich bedingter Krankheiten sowie in der Virusdiagnostik und dem Virus-Monitoring und der Diagnose und dem Monitoring anderer infektiöser Erreger, sowie in der Analyse von Genexpressionsmustern. 10

[0061] Die Anwendungsbereiche der vorliegenden Erfindung erstrecken sich dabei nicht nur auf medizinische bzw. zoologische Anwendungsfelder, sondern umfassen auch die Analyse botanischer, pilzlicher und prokaryotischer Systeme. Die Stabilisierung und Isolierung von Nukleinsäuren aus Pflanzen und Pflanzenteilen, Algen, Pilzen sowie Bakterien aus Kulturen und natürlichen Habitaten finden im Bereich der Forschung Anwendung, z. B. für die Analyse von Transkriptspiegeln und Genexpressionsmustern sowie zur Identifizierung und Quantifizierung von Spezies in komplexen Populationen, beispielsweise von Bakterien in einer Bodenprobe. 15

[0062] Darüber hinaus erstreckt sich das Anwendungspotential auch auf weitere Analytische Bereiche wie z. B. auf die Lebensmittelanalytik. 20

[0063] Die vorliegende Erfindung wird anhand folgender Beispiele sowie der Figuren erläutert. In der Beschreibung und in den Beispielen werden die folgenden Abkürzungen verwandt:

AFLP	Längenpolymorphismus amplifizierter Fragmente	25
A. dest.	Destilliertes Wasser	
BAPTA	1,2-Bis(2-aminophenoxy)ethan-N,N,N',N'-tetraessigsäure	
EcoRI	Restriktionsenzym Escherichia coli Stamm R	
E <sub>260</sub> /E <sub>280</sub>	Quotient der Extinktionen bei 260 und 280 nm	
EDTA	Ethylendiamin-N,N,N',N'-tetraessigsäure	30
EGTA	[Ethylenbis(oxyethylenitrilo)]tetraessigsäure	
GAPDH	Glycerinaldehyd-3-phosphat-Dehydrogenase	
Hind III	Restriktionsenzym Haemophilus influenzae	
hugI	human homologue of giant larvae	
IFN-γ	Interferon-gamma	35
LM	Längenmarker	
MOPS	3-(N-Morpholino)-2-hydroxypropansulfonsäure	
nb	nicht bestimmt	
Nonidet P40	Imbentin-N/52; Octylphenylpolyethylenglycol	
OD	optische Dichte	40
PBS	phosphate buffered saline	
PCR	Polymerase Chain Reaction	
RFLP	Restriktionsfragment-Längen-Polymorphismus	
rpm	Umdrehungen pro Minute	
mRNA	messenger RNA	45
rRNA	ribosomale RNA	
RT	Raumtemperatur	
RT-PCR	Reverse Transcriptase PCR	
SDS	Natriumdodecylsulfat	
SNP	Single Nucleotide Polymorphism	50
SSC	Kochsalz/Natriumcitrat-Lösung	
TBE	Tris-Borat-EDTA-Puffer	
Tris	2-Amino-2-(hydroxymethyl)-1,3-propandiol	
U	Einheiten	55

[0064] Nicht aufgeführte Abkürzungen – wie z. B. h für Stunde(n) – sind dem Fachmann in ihrer Bedeutung geläufig bzw. durch ihre Verwendung im Stand der Technik hinreichend bekannt.

Erläuterungen zu den Figuren und den ihnen zugrunde liegenden Experimenten 60

[0065] Fig. 1 zeigt die Stabilisierung der RNA in Blut mittels Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat (TTAOx) in verschiedenen Carbonsäure-Puffern unterschiedlicher pH-Werte.

[0066] Fig. 2 zeigt die Stabilisierung der RNA in Vollblut mittels Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat, gepuffert mit Weinsäure pH 3 in unterschiedlichen Konzentrationen. 65

[0067] Fig. 3 zeigt die Stabilisierung der RNA in Vollblut mittels Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat gepuffert mit 250 mM Weinsäure pH 3.

[0068] Fig. 4 zeigt die Stabilisierung von RNA in Vollblut mittels Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat, gepuffert



mit Weinsäure pH 3,7 als Ergebnis einer Northern-Hybridisierung mit einer radioaktiv markierten Sonde für die mRNA des GAPDH-Gens (A) und des IFN- $\gamma$ -Gens (B). Auch nach Lagerung über einen Zeitraum von 72 h ist in diesem Experiment die mRNA des GAPDH-Gens und des IFN- $\gamma$ -Gens nachweisbar.

5 **[0069]** Fig. 5 zeigt die Stabilisierung der genomischen DNA in Blut mittels Tetracycltrimethylammonium-Oxalat gepuffert mit Weinsäure bei pH 3,7.

Neben der zellulären RNA kann mit dem hier entwickelten Verfahren auch die genomische DNA aus den weißen Blutkörperchen stabilisiert und anschließend durch Bindung an eine Silica-Membran isoliert werden. Fig. 5 zeigt, dass auch nach Lagerung für 72 h hochmolekulare DNA (Länge > 20 kB) isoliert wird.

10 **[0070]** Fig. 6 zeigt die Resultate bei der Verwendung der genomischen DNA in enzymatischen Reaktionen. Die nach Lagerung für 24 bzw. 72 Stunden isolierte DNA (siehe Beispiel 5) wird in verschiedenen enzymatischen Reaktionen eingesetzt.

A. Je 2  $\mu$ g der DNA werden mit 6 U der Restriktionsenzyme EcoRI (E) bzw. Hind III (H) für 3 h bei 37°C geschnitten und anschließend auf einem 0,8%-igen Agarose/TBE-Gel aufgetrennt. Zur Kontrolle ist jeweils die ungeschnittene DNA ausgetragen.

15 B. Jeweils 150 bzw. 300 ng der genomischen DNA werden in eine PCR Reaktion eingesetzt (Gesamtvolumen 50  $\mu$ l), bei der ein 1,1 kB langes Fragment des hugI-Gens (human homologue of giant larvae) amplifiziert wird. Die PCR-Produkte werden auf einem 1,2%-igen Agarose/TBE-Gel aufgetrennt.

20 **[0071]** Fig. 7 zeigt die Stabilisierung von RNA in Plasma mittels Tetracycltrimethylammonium-Oxalat gemischt mit verschiedenen Additiven. Dabei werden alle Proben in Form von Doppelbestimmungen angesetzt: je 30  $\mu$ l der Eluate werden in einem 1% Agarose-Formaldehyd-MOPS-Gel aufgetrennt. Die jeweiligen Proben sind in Tabelle 2 beschrieben.

**[0072]** Fig. 8 zeigt die RNA-Stabilisierung in Plasma mittels Tetracycltrimethylammonium-Oxalat gemischt mit Wein- bzw. Tartronsäure über verschiedene Zeiträume.

Dabei werden alle Proben in Form von Doppelbestimmungen angesetzt. Je 30  $\mu$ l der Eluate werden in einem 1% Agarose-Formaldehyd-MOPS-Gel aufgetrennt. – Die jeweiligen Proben sind in Tabelle 3 beschrieben.

25 **[0073]** Fig. 9 zeigt die RNA-Stabilisierung in 1 ml Plasma mittels Tetracycltrimethylammonium-Oxalat gemischt mit verschiedenen Additiven.

Dabei werden alle Proben in Form von Doppelbestimmungen angesetzt; je 30  $\mu$ l der Eluate werden in einem 1% Agarose-Formaldehyd-MOPS-Gel aufgetrennt.

Die jeweiligen Proben sind in Tabelle 4 beschrieben.

30 **[0074]** Fig. 10 zeigt die RNA-Stabilisierung in Hela-Zellen mittels Tetracycltrimethylammonium-Oxalat gemischt mit verschiedenen Additiven.

Dabei werden die Proben in Form von Doppelbestimmungen angesetzt, die Proben 14, 40, 66 und 92 als Einfachbestimmung je 20  $\mu$ l der Eluate werden in einem 1% Agarose-Formaldehyd-MOPS-Gel aufgetrennt. Die jeweiligen Proben sind in Tabelle 5 beschrieben.

35 **[0075]** Fig. 11 zeigt die RNA-Stabilisierung in unterschiedlichen Mengen von Hela-Zellen. Dabei werden alle Proben in Form von Doppelbestimmungen angesetzt; je 20  $\mu$ l der Eluate werden in einem 1% Agarose-Formaldehyd-MOPS-Gel aufgetrennt. Die jeweiligen Proben sind in Tabelle 7 beschrieben.

40 **[0076]** Fig. 12 zeigt die RNA-Stabilisierung in Macrophagen. Dabei werden alle Proben in Form von Doppelbestimmungen angesetzt. Je 20  $\mu$ l der Eluate werden in einem 1% Agarose-Formaldehyd-MOPS-Gel aufgetrennt. Die jeweiligen Proben sind in Tabelle 9 beschrieben.

**[0077]** Fig. 13 zeigt die RNA-Stabilisierung in adhärennten Hela-Zellen ohne Entfernung des Mediums. Dabei werden je 20  $\mu$ l der Eluate in einem 1% Agarose-Formaldehyd-MOPS-Gel aufgetrennt. Die jeweiligen Proben sind in Beispiel 13 beschrieben.

45 **[0078]** Fig. 14 zeigt die RNA-Stabilisierung in Nierengewebe mittels Tetracycltrimethyl-Ammonium-Oxalat gemischt mit verschiedenen Additiven. Dabei werden alle Proben in Form von Doppelbestimmungen angesetzt; je 20  $\mu$ l der Eluate werden in einem 1% Agarose-Formaldehyd-MOPS-Gel aufgetrennt. Die jeweiligen Proben sind in Tabelle 12 beschrieben.

50 **[0079]** Fig. 15 zeigt die DNA-Stabilisierung und -Isolierung parallel zur RNA-Stabilisierung und -Isolierung. Dabei werden je 40  $\mu$ l der Eluate in einem 0,8% Agarose-TBE-Gel aufgetrennt. Die jeweiligen Proben sind in Beispiel 15 beschrieben.

## Beispiele

### Beispiel 1

55 Stabilisierung der RNA in Blut mittels Tetracycltrimethylammonium-Oxalat (TTAOx) in verschiedenen Carbonsäure-Puffern mit unterschiedlichen pH-Werten

60 **[0080]** Als Additive werden Carbonsäuren verschiedener Kettenlänge ausgewählt. Außerdem werden Mono-, Di- und Tri-Carbonsäuren, hydroxylierte und nicht hydroxylierte Carbonsäuren getestet. Alle Substanzen werden zur Stabilisierung in Kombination mit der kationischen Verbindung Tetracycltrimethylammonium-Oxalat eingesetzt. Dabei werden sowohl der pH-Wert als auch die Konzentration der Substanzen variiert.

65 **[0081]** Fig. 1 zeigt die Ergebnisse der Untersuchungen. In allen Fällen kann auch nach 24 bzw. 48 h intakte RNA isoliert werden. Die z. T. geringen RNA Mengen hängen mit dem geringen Blutvolumen zusammen, das aufgearbeitet wurde und mit dem unterschiedlichen RNA Gehalt in verschiedenen Blutproben. Bei diesem Experimenten wurde ein Anteil der genomischen DNA ebenfalls in den RNA-Fractionen erhalten.

**[0082]** 500  $\mu$ l Blut werden mit 500  $\mu$ l eines Puffers, bestehend aus 10% (w/v) Tetracycltrimethylammonium-Oxalat, gepuffert mit unterschiedlichen Carbonsäuren jeweils in einer Konzentration von 200 mM, sowie den für die jeweilige

Carbonsäure jeweils unterschiedlichen pH-Werten, für 24 und 48 Stunden bei RT gelagert. Zur Isolierung der RNA werden die Komplexe – bestehend aus kationischer Verbindung und Nukleinsäure – abzentrifugiert; das Pellet wird einmal mit Wasser gewaschen, erneut abzentrifugiert und in 300 µl eines handelsüblichen Lysepuffers – wie z. B. RLT Puffer der Firma QIAGEN – aufgenommen. Die Probe wird mit 360 µl Wasser verdünnt und für 10 Minuten bei 55°C mit 40 µl Proteinase K behandelt. Anschließend wird die Probe zentrifugiert, der Überstand mit Ethanol versetzt und auf eine Silica-Membran enthaltende Spin-Säule aufgetragen. Die Probe wird mittels Zentrifugation durch die Membran geführt. Die Spin-Säule wird einmal mit einem kommerziell erhältlichen Guanidinium-Isothiocyanat-haltigen Waschpuffer – beispielsweise mit dem Puffer RW1 der Firma QIAGEN – und zweimal mit einem handelsüblichen, alkoholhaltigen Waschpuffer – z. B. Puffer RPE der Firma QIAGEN – gewaschen, und die RNA anschließend in 60 µl RNase freiem Wasser, das ebenfalls mittels Zentrifugation durch die Membran geführt wird, eluiert. Jeweils 30 µl des Eluates werden auf einem 1,2%-igen Agarose/Formaldehyd Gel aufgetrennt.

#### Beispiel 2

Stabilisierung der RNA in Vollblut mittels Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat und Weinsäure (gepuffert) bei pH 3 in unterschiedlichen Konzentrationen

**[0083]** 500 µl Blut werden mit 500 µl eines Puffers, bestehend aus 10% (w/v) Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat und 50–500 mM Weinsäure pH 3 für 2,5, 24 und 48 Stunden bei RT gelagert. Die Isolierung der RNA erfolgt wie in Fig. 1 beschrieben, mit dem Unterschied, dass zusätzlich die genomische DNA durch eine DNase Behandlung der Probe mit dem "RNase-Free-DNase Set" der Firma QIAGEN entfernt wird. Die RNA wird mit 80 µl RNase freiem Wasser eluiert. Jeweils 30 µl des Eluates werden auf einem 1,2%-igen Agarose/Formaldehyd Gel aufgetrennt.

#### Beispiel 3

Stabilisierung der RNA in Vollblut mittels Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat, gepuffert mit 250 mM Weinsäure bei pH 3

#### Bestimmung der Integrität, Ausbeute und Reinheit der RNA

**[0084]** Die RNA wird in Blut für mindestens 72 Stunden ohne Degradation oder einen Ausbeuteverlust in einer Lösung aus Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat, gepuffert mit einem Carbonsäurepuffer, z. B. 250 mM Weinsäure pH 3,0, stabilisiert (s. Fig. 3).

**[0085]** 2 ml Blut werden mit 2 ml eines Puffers, bestehend aus 10% (w/v) Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat und 250 mM Weinsäure pH 3,0 gemischt und für 24–72 Stunden bei RT gelagert. Die Isolierung der RNA erfolgt wie in Beispiel 2 beschrieben, mit dem Unterschied, daß die Probe vor der Zentrifugation der Komplexe – bestehend aus der kationischen Verbindung und der Nukleinsäure – mit einem handelsüblichen Erythrocyten-Lysepuffer – wie z. B. dem Puffer EL der Fa. Qiagen GmbH – versetzt und danach 10 Minuten auf Eis inkubiert wird. Die RNA wird mit 80 µl RNase freiem Wasser eluiert. Jeweils 30 µl des Eluates werden auf einem 1,2%-igen Agarose/Formaldehyd Gel aufgetrennt, bzw. in einem Spektralphotometer vermessen. Die Menge an isolierter Gesamt-RNA wird nach Verdünnung mit Wasser durch photometrische Messung der Lichtabsorption bei einer Wellenlänge von 260 nm ermittelt. Die Reinheit der so gewonnenen RNA wird durch die photometrische Bestimmung des Verhältnisses der Lichtabsorption bei 260 nm zu derjenigen bei 280 nm ermittelt.

#### Beispiel 4

Stabilisierung der RNA in Vollblut mittels Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat unterschiedlicher Konzentrationen, gepuffert mit Weinsäure bei pH 4,0

#### Northern-Blot-Analyse

**[0086]** 2,5 ml Blut werden mit 6,9 ml eines Puffers, bestehend aus 4% Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat und 200 mM Weinsäure pH 3,7 gemischt und für 1 h, 24 h, 48 h und 72 h bei RT gelagert. Zur Isolierung der RNA werden die Komplexe aus kationischer Verbindung und Nukleinsäure abzentrifugiert. Das Pellet wird einmal mit Wasser gewaschen und dann in 300 µl Lysepuffer – beispielsweise Puffer RLT der Firma QIAGEN – aufgenommen. Die weitere Probenvorbereitung erfolgt wie in Fig. 2 beschrieben. Jeweils 2,5 µg total RNA werden anschließend auf einem 1,2%-igen denaturierenden Agarose/Formaldehyd Gel aufgetrennt. Anschließend wird die RNA auf eine Nylonmembran übertragen und über einen Zeitraum von ca. 12 h, in einem Natriumphosphat/SDS Puffer, bei 68°C, mit einer radioaktiv markierten antisense RNA Sonde für das GAPDH-Gen (Fig. 4A), bzw. das IFN-γ-Gen (Fig. 4B), hybridisiert. Die Membran wird mit Waschpuffern abnehmender Salzkonzentration von  $2 \times \text{SSC}/0,1\%$  SDS bis  $0,1 \times \text{SSC}/0,1\%$  SDS bei einer Temperatur von 68°C gewaschen. Die Nylonmembran wird anschließend auf einem Röntgenfilm exponiert. Sowohl das GAPDH- als auch das IFN-γ-mRNA-Signal bleibt über einen Lagerungszeitraum von über 72 h konstant. Dieses Ergebnis belegt, dass ein Abbau der m-RNA über den genannten Zeitraum nicht stattgefunden hat.

## Beispiel 5

Stabilisierung der genomischen DNA in Blut mittels Tetradeacyltrimethylammonium-Oxalat, gepuffert mit Weinsäure bei pH 3,7

5

**[0087]** Neben der zellulären RNA kann mit dem hier entwickelten Verfahren auch die genomische DNA aus Vollblut stabilisiert und anschließend durch Bindung an eine Silica-Membran isoliert werden. **Fig. 5** zeigt, dass auch nach Lagerung für 72 h bei RT hochmolekulare DNA (Länge > 20 kB) isoliert wird.

**[0088]** 2,5 ml Blut werden mit 6,9 ml einer Lösung bestehend aus 4% (w/v) Tetradeacyltrimethylammonium-Oxalat und 200 mM Weinsäure bei pH 3,7 gemischt und für 24 bzw. 72 Stunden bei RT gelagert. Zur Isolierung der DNA werden die Komplexe aus kationischer Verbindung und DNA abzentrifugiert. Das Pellet wird in 300 µl eines Natriumchlorid- und EDTA-haltigen Puffers aufgenommen, dann werden 360 µl eines kommerziell erhältlichen Guanidinium Hydrochlorid Puffers – wie z. B. der Puffer AL der Firma QIAGEN – sowie 20 µl Proteinase K zugegeben. Die Proben werden für 10 min bei 65°C inkubiert, dann werden 420 µl Ethanol zugegeben und die Probe auf eine Silica-Membran enthaltende Spin-Säule aufgetragen. Die Probe wird mittels Zentrifugation durch die Membran geführt. Die Silica-Membran wird je einmal mit einem handelsüblichen ethanolhaltigen Guanidinium Hydrochlorid Puffer – wie z. B. der Puffer AW1 der Firma QIAGEN – und einmal mit einem Ethanol-haltigen Waschpuffer – wie z. B. der Puffer AW2 der Firma QIAGEN – gewaschen. Die DNA wird mit 300 µl eines Tris-Puffers (pH 8) eluiert. Je 5 µl des Eluates werden auf einem 0,8%-igen Agarose/TBE Gel aufgetrennt.

20

## Beispiel 6

## Verwendung der genomischen DNA in enzymatischen Reaktionen

**[0089]** **Fig. 6** zeigt, dass die entsprechend Beispiel 5 isolierte DNA für verschiedene enzymatische Reaktionen (Restriktion und PCR-Amplifikation) einsetzbar ist.

**[0090]** Die nach Lagerung für 24 bzw. 72 Stunden isolierte DNA (siehe Beispiel 5) wird in verschiedenen enzymatischen Reaktionen eingesetzt. Dies ist ein Beweis für die hohe Reinheit gute Qualität der isolierten DNA.

**[0091]** A) Je 2 µg der DNA werden mit 6 U der Restriktionsenzyme EcoRI (E) bzw. Hind III (H) für 3 h bei 37°C geschnitten und anschließend auf einem 0,8%-igen Agarose/TBE-Gel aufgetrennt. Zur Kontrolle ist jeweils die ungeschnittene DNA ausgetragen.

B) Jeweils 150 bzw. 300 ng der genomischen DNA werden in eine PCR Reaktion eingesetzt (Gesamtvolumen 50 µl), bei der ein 1,1 kB langes Fragment des hugI-Gens amplifiziert wird. Die PCR-Produkte werden auf einem 1,2%-igen Agarose/TBE-Gel aufgetrennt.

35

## Beispiel 7

RNA-Stabilisierung in Plasma mittels Tetradeacyltrimethylammonium-Oxalat, gemischt mit verschiedenen Additiven

40

**[0091]** Diese Experimente demonstrieren, dass der Zusatz von Carbonsäuren und anderen Additiven zu Tetradeacyltrimethylammonium-Oxalat die Stabilisierung von freier RNA in Plasma im Vergleich zu RNA-Stabilisierung nur mit Tetradeacyltrimethylammonium-Oxalat deutlich verbessert.

**[0092]** Zur Herstellung der in diesem Experiment verwendeten Lösungen wird eine Stammlösung von 30% Tetradeacyltrimethylammonium-Oxalat mit jeweils einer Stammlösung von 0,5 M von Weinsäure, Zitronensäure, Tartronsäure, Bernsteinsäure, Ammoniumsulfat oder Phosphorsäure zu einer Endkonzentration von 2% oder 4% Tetradeacyltrimethylammonium-Oxalat und 200 mM des Additivs vermischt. Die Stammlösungen der Additive werden vor der Mischung mit Tetradeacyltrimethylammonium-Oxalat mittels Natronlauge auf den angegebenen pH-Wert eingestellt. Als Kontrolle wird eine 5% Tetradeacyltrimethylammonium-Oxalat-Lösung ohne Additiv-Zusatz verwendet.

**[0093]** Je 0,5 ml einer jeden so erzeugten Lösung wird in ein 2 ml Eppendorf-Gefäß vorgelegt. 15 µg Gesamt-RNA aus Hela-Zellen, die zuvor z. B. mittels eines kommerziell erhältlichen RNA-Isolierungskits (z. B. RNA-Isolierungskit RNeasy® Maxi-Kits der Firma QIAGEN) isoliert wird, wird in den Deckel des Eppendorf-Gefäßes pipettiert. 0,5 ml menschliches Blutplasma wird zur Lösung gegeben, der Deckel des Gefäßes geschlossen und das Gefäß zur Mischung der Flüssigkeiten fünf Mal rasch invertiert. Die Proben werden 1 Tag bei RT (ca. 20 bis 25°C) gelagert. Alle Experimente werden in Form von Doppelbestimmungen durchgeführt.

**[0094]** Zur Isolierung der RNA werden die Proben über einen Zeitraum von 3 min mit 25000 xg zentrifugiert. Der Überstand wird abgenommen und 0,5 ml eines auf 60°C temperierten Puffers, der Guanidinium-Hydrochlorid und Nonidet P40 pH 7,0 enthält, sowie Proteinase K werden auf das Pellet gegeben. Das Pellet wird durch Vortexen gelöst und 15 min lang bei 50°C inkubiert. Anschließend wird 0,5 ml einer Ethanol-Nonidet P40-Lösung zugegeben und die Probe durch Vortexen über einen Zeitraum von ca. 5 s gemischt. Die Probe wird anschließend in eine handelsübliche Silica-membran enthaltene Spin-Säule – wie z. B. QIAamp-Säulen der Firma QIAGEN – aufgetragen und durch Zentrifugation (1 min bei 10000 xg) durch die Membran hindurchgeführt. Die RNA bleibt an der Membran gebunden und wird anschließend zweimal mit einem alkoholhaltigen Waschpuffer, z. B. Puffer AW2 der Firma QIAGEN, gewaschen. Dabei werden die Waschpuffer jeweils durch Zentrifugation (1 min bei 10000 xg) durch die Membran geführt. Im Anschluß an die Waschung mit dem alkoholhaltigen Waschpuffer wird die Membran ohne Pufferzugabe durch eine Zentrifugation (3 min max. rpm, hier 25000 g) getrocknet. Zur Elution werden 30 µl RNase-freies Wasser auf die Membran pipettiert, um die gereinigte RNA von der Membran abzulösen. Das Eluat wird durch Zentrifugation (1 min bei 10000 xg) durch die Membran geführt und der Elutionsschritt wird zum Zwecke einer vollständigen Elution noch einmal wiederholt.

60

65

[0095] Die isolierte RNA wird auf Agarosegelen, die mit Ethidiumbromid anfärbt sind, analysiert. Hierzu werden beispielsweise 1,0%-ige Formaldehyd-Agarose-MOPS-Gele angefertigt. Es werden jeweils 30 µl des Eluates eingesetzt. Das Ergebnis ist in Fig. 7 wiedergegeben. Die Beladung der Gelspuren ist in Tabelle 2 zusammengefaßt.

Tabelle 2

5

Zusammenfassung der in Fig. 7 dargestellten Proben

Proben Nr.	Endkonzentration an Tetradecyltrimethylammonium- Oxalat	Additiv	
1,2	4%	Zitronensäure pH 4	10
3,4	4%	Zitronensäure pH 5	15
5,6	4%	Zitronensäure pH 6	
7,8	4%	Weinsäure pH 3	20
9,10	4%	Weinsäure pH 4	
11,12	4%	Bernsteinsäure pH 4	25
13,14	4%	Tartronsäure pH 3	
15,16	4%	Tartronsäure pH 4	30
17,18	4%	Phosphorsäure pH 3	
19,20	4%	Phosphorsäure pH 4	35
21,22	4%	Phosphorsäure pH 5	
23,24	2%	Zitronensäure pH 3	40
25,26	2%	Zitronensäure pH 4	
27,28	2%	Weinsäure pH 3	
29,30	2%	Weinsäure pH 4	45
31,32	2%	Bernsteinsäure pH 4	
33,34	2%	Phosphorsäure pH 2	50
35,36	2%	Phosphorsäure pH 3	
37,38	2%	Phosphorsäure pH 4	55
39,40	2%	Phosphorsäure pH 5	
41,42	4%	Ammoniumsulfat pH 2	60
43,44	5%	-	

[0096] Spur 45 enthält zum Vergleich der RNA-Qualität der einzelnen Proben 3,75 µg der für diese Versuche eingesetzten Gesamt-RNA aus Hela-Zellen.

[0097] Die gelelektrophoretische Auftrennung der für dieses Experiment eingesetzten Hela-Gesamt-RNA zeigt nach Anfärbung mit Ethidiumbromid die intakte 28S und 18S rRNA. Die obere der sichtbaren rRNA-Banden (28S rRNA) ist dabei deutlich intensiver und dicker als die untere rRNA-Bande (18S rRNA), was ein typisches Merkmal intakter, nicht abgebauter RNA darstellt. Der Vergleich der eintägig in mit 5% Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat ohne Additiv-Zusatz vermischtem Plasma gelagerten Hela-Gesamt-RNA mit der RNA, die nach eintägiger Lagerung aus in mit Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat und verschiedenen Additiven vermischtem Plasma isoliert wird, zeigt deutlich, dass der

Zusatz von Additiven die RNA-Stabilisierung verbessert. Wird RNA ohne Zusatz einer stabilisierenden Verbindung zu Plasma gegeben, führt dies bekannterweise zu einem vollständigen RNA-Abbau binnen weniger Minuten.

### Beispiel 8

5

RNA-Stabilisierung in Plasma mittels Tetracycltrimethylammonium-Oxalat, gemischt mit Wein- bzw. Tartronsäure über verschiedene Zeiträume

[0098] Diese Experimente zeigen, dass die RNA durch Tetracycltrimethylammonium-Oxalat-Additiv-Mischungen in Plasma bis zu mindestens 14 Tagen stabilisiert wird.

[0099] Zur Herstellung der in diesem Experiment verwendeten Lösungen wird eine Stammlösung von 30% Tetracycltrimethylammonium-Oxalat mit jeweils einer Stammlösung von 0,5 M von Weinsäure pH 3 oder Tartronsäure pH 3 zu einer Endkonzentration von 6% oder 8% Tetracycltrimethylammonium-Oxalat und 200 mM des Additivs vermischt.

[0100] Je 0,5 ml einer jeden so erzeugten Lösung wird in ein 2 ml Eppendorf-Gefäß vorgelegt. 15 µg Gesamt-RNA aus Hela-Zellen, die zuvor mittels eines kommerziell erhältlichen RNA-Isolierungskits – wie z. B. RNeasy® Maxi-Kits der Firma QIAGEN – isoliert wird, wird in den Deckel des Eppendorf-Gefäßes pipettiert. 0,5 ml menschliches Blut-Plasma wird zur Lösung gegeben, der Deckel des Gefäßes geschlossen und das Gefäß zur Mischung der Flüssigkeiten fünf Mal rasch invertiert. Die Proben werden 3, 7, 10 und 14 Tage bei RT (ca. 20 bis 25°C) gelagert. Alle Experimente werden in Form von Doppelbestimmungen durchgeführt.

[0101] Die RNA-Isolierung erfolgt wie in Beispiel 7 beschrieben.

[0102] Die isolierte RNA wird auf Agarosegelen, die mit Ethidiumbromid angefärbt sind, analysiert. Hierzu werden beispielsweise 1,0%-ige Formaldehyd-Agarose-MOPS-Gele angefertigt. Es werden jeweils 30 µl des Eluates eingesetzt. Das Ergebnis ist in Fig. 8 wiedergegeben. Die Beladung der Gelspuren ist in Tabelle 3 zusammengefaßt.

25

Tabelle 3

Zusammenfassung der in Fig. 8 dargestellten Proben

Proben Nr.	Konzentration Tetracycl- trimethylammoniumoxalat im Puffer	Additiv	Lagerungs- dauer
1,2	6%	Weinsäure pH 3	3 Tage
3,4	8%	Weinsäure pH 3	3 Tage
5,6	6%	Tartronsäure pH 3	3 Tage
7,8	8%	Tartronsäure pH 3	3 Tage
9,10	6%	Weinsäure pH 3	7 Tage
11,12	8%	Weinsäure pH 3	7 Tage
13,14	6%	Tartronsäure pH 3	7 Tage
15,16	8%	Tartronsäure pH 3	7 Tage
17,18	6%	Weinsäure pH 3	10 Tage
19,20	8%	Weinsäure pH 3	10 Tage
21,22	6%	Tartronsäure pH 3	10 Tage
23,24	8%	Tartronsäure pH 3	10 Tage
25,26	6%	Weinsäure pH 3	14 Tage
27,28	8%	Weinsäure pH 3	14 Tage
29,30	6%	Tartronsäure pH 3	14 Tage
31,32	8%	Tartronsäure pH 3	14 Tage

65

[0103] Spur "K" enthält zum Vergleich der RNA-Qualität der einzelnen Proben 3,75 µg der für diese Versuche eingesetzten Gesamt-RNA aus Hela-Zellen.

[0104] Die gelelektrophoretische Auftrennung zeigt nach Anfärbung mit Ethidiumbromid die intakte 28S und 18S

rRNA-Banden, auch nach bis zu 14-tägiger Lagerung der Hela-Gesamt-RNA in Plasma, das mit Tetracycltrimethylammonium-Oxalat und Weinsäure bzw. Tartronsäure pH 3 vermischt wurde.

#### Beispiel 9

RNA-Stabilisierung in 1 ml Plasma mittels Tetracycltrimethylammonium-Oxalat, gemischt mit verschiedenen Additiven

[0105] Diese Experimente zeigen, dass die RNA durch Tetracycltrimethylammonium-Oxalat-Additiv-Mischungen auch in einem größeren Plasmavolumen möglich ist.

[0106] Zur Herstellung der in diesem Experiment verwendeten Lösungen wird eine Stammlösung von 30% Tetracycltrimethylammonium-Oxalat mit jeweils einer Stammlösung von 0,5 M von Weinsäure, bei pH 3 oder pH 4, Tartronsäure bei pH 3 oder pH 4 oder von Phosphorsäure bei pH 3 oder pH 4 zu einer Endkonzentration von 4% Tetracycltrimethylammonium-Oxalat und 200 mM des Additivs vermischt.

[0107] Je 1 ml einer jeden so erzeugten Lösung wird in ein 2 ml Eppendorf-Gefäß vorgelegt. 15 µg Gesamt-RNA aus Hela-Zellen, die zuvor z. B. mittels des RNA-Isolierungskits RNeasy® Maxi-Kits der Firma QIAGEN isoliert wird, wird in den Deckel des Eppendorf-Gefäßes pipettiert. 1 ml menschliches Blut-Plasma wird zur Lösung gegeben, der Deckel des Gefäßes geschlossen und das Gefäß zur Mischung der Flüssigkeiten fünf Mal rasch invertiert. Die Proben werden 3 Tage bei RT (ca. 20 bis 25°C) gelagert. Alle Experimente werden in Form von Doppelbestimmungen durchgeführt.

[0108] Die RNA-Isolierung erfolgt wie in Beispiel 7 beschrieben.

[0109] Die isolierte RNA wird auf Agarosegelen, die mit Ethidiumbromid angefärbt sind, analysiert. Hierzu werden beispielsweise 1,0%-ige Formaldehyd-Agarose-MOPS-Gele angefertigt. Es werden jeweils 30 µl des Bluates eingesetzt. Das Ergebnis ist in Fig. 9 wiedergegeben. Die Beladung der Gelspuren ist in Tabelle 4 zusammengefaßt.

Tabelle 4

Zusammenfassung der in Fig. 9 dargestellten Proben

Proben Nr	Additiv
1,2	Weinsäure pH 3
3,4	Weinsäure pH 4
5,6	Phosphorsäure pH 3
7,8	Phosphorsäure pH 4
9,10	Tartronsäure pH 3
11,12	Tartronsäure pH 4

[0110] Spur 13 enthält zum Vergleich der RNA-Qualität der einzelnen Proben 3,75 µg der für diese Versuche eingesetzten Gesamt-RNA aus Hela-Zellen.

[0111] Die gelelektrophoretische Auftrennung zeigt nach Anfärbung mit Ethidiumbromid die intakte 28S und 18S rRNA-Banden. Die RNA wird somit auch in einem größeren Plasmavolumen durch die Tetracycltrimethylammonium-Oxalat-Additiv-Mischung stabilisiert.

#### Beispiel 10

RNA-Stabilisierung in Hela-Zellen mittels Tetracycltrimethylammonium-Oxalat, gemischt mit verschiedenen Additiven

[0112] Diese Experimente demonstrieren, dass Mischungen aus Tetracycltrimethylammonium-Oxalat mit verschiedenen Additiven die Stabilisierung von RNA in Hela-Zellen über eine Lagerungsdauer von bis zu 14 Tagen bei RT ermöglichen.

[0113] Zur Herstellung der in diesem Experiment verwendeten Lösungen wird eine Stammlösung von 20% oder 30% Tetracycltrimethylammonium-Oxalat mit jeweils einer Stammlösung von 0,5 M von Weinsäure, Zitronensäure, Tartronsäure, Ammoniumsulfat oder Phosphorsäure zu einer Endkonzentration von 2% oder 4% Tetracycltrimethylammonium-Oxalat und 200 mM des Additivs vermischt. Die Stammlösungen der Additive werden vor der Mischung mit Tetracycltrimethylammonium-Oxalat mittels Natronlauge bzw. Schwefelsäure auf den angegebenen pH-Wert eingestellt.

[0114] Je  $1 \times 10^6$  Hela-Zellen, die direkt zuvor aus der Zellkultur geerntet und mit PBS gewaschen werden, werden durch Zentrifugation (1 min bei 120 xg) pelletiert und der Überstand entfernt. Zu den Zellen werden jeweils 300 µl der in Tabelle 4 genannten Lösungen gegeben und die Proben durch Vortexen gemischt und dabei die Zellen re-suspendiert. Die Proben werden 3, 7, 10 und 14 Tage bei RT (ca. 20 bis 25°C) gelagert. Alle Experimente werden in Form von Doppelbestimmungen durchgeführt.

[0115] Zur RNA-Isolierung werden die Zellen durch dreiminütige Zentrifugation bei 1200 xg pelletiert und der Über-

stand abgenommen. Das Pellet wird in 600 µl eines handelsüblichen Guanidinium-Isothiocyanat-Puffers – wie z. B. RLT-Puffer der Firma QIAGEN – durch mehrmaliges Auf- und Abpipettieren oder durch Vortexen über einen Zeitraum von ca. 10 s oder länger re-suspendiert. Anschließend wird 1 Volumen (600 µl) 70%-iges Ethanol zugefügt und durch mehrmaliges Auf- und Abpipettieren oder durch Vortexen über einen Zeitraum von ca. 5 s gemischt. Das Lysat wird anschließend in eine handelsübliche Silicamembran enthaltene Spin-Säule – wie z. B. RNeasy-Säulen der Firma QIAGEN – aufgetragen und durch Zentrifugation (1 min bei 10000 xg) durch die Membran hindurchgeführt. Die RNA bleibt an der Membran gebunden und wird anschließend mit einem ersten handelsüblichen Guanidinium-Isothiocyanat-haltigen Waschpuffer – beispielsweise mit dem Puffer RW1 der Firma QIAGEN – und danach mit einem zweiten alkoholhaltigen Waschpuffer, z. B. Puffer RPE der Firma QIAGEN, gewaschen. Dabei werden die Waschpuffer jeweils durch Zentrifugation (1 min bei 10000 xg) durch die Membran geführt. Die Waschung mit dem zweiten alkoholhaltigen Waschpuffer wird mit einem geringeren Volumen wiederholt, wobei gleichzeitig die Membran durch die Zentrifugation (2 min max. rpm, hier 20000 xg) getrocknet wird. Zur Elution werden 40 µl RNase-freies Wasser auf die Membran pipettiert, um die gereinigte RNA von der Membran abzulösen. Durch Zentrifugation (1 min bei 10000 xg) wird das Eluat durch die Membran hindurchgeführt und der Elutionsschritt wird zum Zwecke einer vollständigen Elution noch einmal wiederholt.

**[0116]** Die isolierte RNA wird auf Agarosegele, die mit Ethidiumbromid angefärbt sind, analysiert. Hierzu werden beispielsweise 1,0%-ige Formaldehyd-Agarose-MOPS-Gele angefertigt. Es werden jeweils 20 µl des Eluates eingesetzt. Das Ergebnis ist in **Fig. 10** wiedergegeben. Die Proben sind in **Tabelle 5** zusammengefaßt, wobei alle Proben jeweils 2x durchgeführt und dargestellt worden sind mit Ausnahme der Proben 14, 40, 66 und 92, die 1x durchgeführt und dargestellt worden sind.

Tabelle 5

Zusammenfassung der in **Fig. 10** dargestellten Proben

Prob en Nr.	Endkonzentration an Tetradecyltrimethyl- I-ammonium- Oxalat	Additiv	finaler pH-Wert der Mischung aus Tetradecyltrimethyl- ammonium-Oxalat und Additiv ca.	Lager- dauer
1	4%	Weinsäure pH 3	3,4	3 Tage
2	4%	Weinsäure pH 4	4,3	3 Tage
3	4%	Weinsäure pH 5	5,3	3 Tage
4	4%	Weinsäure pH 6	6,0	3 Tage
5	4%	Weinsäure pH 7	7,3	3 Tage
6	4%	Phosphorsäure pH 3	4,3	3 Tage
7	4%	Phosphorsäure pH 4	4,9	3 Tage
8	4%	Phosphorsäure pH 5	6,0	3 Tage
9	4%	Phosphorsäure pH 6	6,3	3 Tage
10	4%	Phosphorsäure pH 7	7,1	3 Tage

11	4%	Ammoniumsulfat pH 2	4,1	3 Tage	5
12	4%	Ammoniumsulfat pH 3	5,2	3 Tage	10
13	4%	Ammoniumsulfat pH 4	6,0	3 Tage	15
14	4%	Ammoniumsulfat pH 5	6,1	3 Tage	20
15	4%	Zitronensäure pH 3	3,3	3 Tage	25
16	4%	Zitronensäure pH 4	4,3	3 Tage	30
17	4%	Zitronensäure pH 5	5,4	3 Tage	35
18	4%	Zitronensäure pH 6	6,3	3 Tage	40
19	4%	Zitronensäure pH 7	7,5	3 Tage	45
20	4%	Tartronsäure pH 3	3,6	3 Tage	50
21	4%	Tartronsäure pH 4	4,4	3 Tage	55
22	4%	Tartronsäure pH 5	5,3	3 Tage	60
23	4%	Tartronsäure pH 6	5,9	3 Tage	
24	4%	Tartronsäure pH 7	7,3	3 Tage	
25	2%	Weinsäure pH 3	nb	3 Tage	
26	2%	Weinsäure pH 6	nb	3 Tage	
27	4%	Weinsäure pH 3	3,4	7 Tage	
28	4%	Weinsäure pH 4	4,3	7 Tage	
29	4%	Weinsäure pH 5	5,3	7 Tage	
30	4%	Weinsäure pH 6	6,0	7 Tage	
31	4%	Weinsäure pH 7	7,3	7 Tage	
32	4%	Phosphorsäure pH 3	4,3	7 Tage	
33	4%	Phosphorsäure pH 4	4,9	7 Tage	
34	4%	Phosphorsäure pH 5	6,0	7 Tage	



5	35	4%	Phosphorsäure pH 6	6,3	7 Tage
	36	4%	Phosphorsäure pH 7	7,1	7 Tage
10	37	4%	Ammoniumsulfat pH 2	4,1	7 Tage
	38	4%	Ammoniumsulfat pH 3	5,2	7 Tage
15	39	4%	Ammoniumsulfat pH 4	6,0	7 Tage
	40	4%	Ammoniumsulfat pH 5	6,1	7 Tage
20	41	4%	Zitronensäure pH 3	3,3	7 Tage
	42	4%	Zitronensäure pH 4	4,3	7 Tage
25	43	4%	Zitronensäure pH 5	5,4	7 Tage
	44	4%	Zitronensäure pH 6	6,3	7 Tage
30	45	4%	Zitronensäure pH 7	7,5	7 Tage
	46	4%	Tartronsäure pH 3	3,6	7 Tage
35	47	4%	Tartronsäure pH 4	4,4	7 Tage
	48	4%	Tartronsäure pH 5	5,3	7 Tage
40	49	4%	Tartronsäure pH 6	5,9	7 Tage
	50	4%	Tartronsäure pH 7	7,3	7 Tage
45	51	2%	Weinsäure pH 3	nb	7 Tage
	52	2%	Weinsäure pH 6	nb	7 Tage
50	53	4%	Weinsäure pH 3	3,4	10 Tage
	54	4%	Weinsäure pH 4	4,3	10 Tage
55	55	4%	Weinsäure pH 5	5,3	10 Tage
	56	4%	Weinsäure pH 6	6,0	10 Tage
60	57	4%	Weinsäure pH 7	7,3	10 Tage
	58	4%	Phosphorsäure pH 3	4,3	10 Tage
65	59	4%	Phosphorsäure pH 4	4,9	10 Tage

60	4%	Phosphorsäure pH 5	6,0	10 Tage	
61	4%	Phosphorsäure pH 6	6,3	10 Tage	5
62	4%	Phosphorsäure pH 7	7,1	10 Tage	10
63	4%	Ammoniumsulfat pH 2	4,1	10 Tage	15
64	4%	Ammoniumsulfat pH 3	5,2	10 Tage	
65	4%	Ammoniumsulfat pH 4	6,0	10 Tage	20
66	4%	Ammoniumsulfat pH 5	6,1	10 Tage	25
67	4%	Zitronensäure pH 3	3,3	10 Tage	
68	4%	Zitronensäure pH 4	4,3	10 Tage	30
69	4%	Zitronensäure pH 5	5,4	10 Tage	
70	4%	Zitronensäure pH 6	6,3	10 Tage	
71	4%	Zitronensäure pH 7	7,5	10 Tage	35
72	4%	Tartronsäure pH 3	3,6	10 Tage	
73	4%	Tartronsäure pH 4	4,4	10 Tage	40
74	4%	Tartronsäure pH 5	5,3	10 Tage	
75	4%	Tartronsäure pH 6	5,9	10 Tage	
76	4%	Tartronsäure pH 7	7,3	10 Tage	45
77	2%	Weinsäure pH 3	nb	10 Tage	
78	2%	Weinsäure pH 6	nb	10 Tage	
79	4%	Weinsäure pH 3	3,4	14 Tage	50
80	4%	Weinsäure pH 4	4,3	14 Tage	
81	4%	Weinsäure pH 5	5,3	14 Tage	55
82	4%	Weinsäure pH 6	6,0	14 Tage	
83	4%	Weinsäure pH 7	7,3	14 Tage	
84	4%	Phosphorsäure pH 3	4,3	14 Tage	60

5	85	4%	Phosphorsäure pH 4	4,9	14 Tage
	86	4%	Phosphorsäure pH 5	6,0	14 Tage
10	87	4%	Phosphorsäure pH 6	6,3	14 Tage
	88	4%	Phosphorsäure pH 7	7,1	14 Tage
15	89	4%	Ammoniumsulfat pH 2	4,1	14 Tage
	90	4%	Ammoniumsulfat pH 3	5,2	14 Tage
20	91	4%	Ammoniumsulfat pH 4	6,0	14 Tage
	92	4%	Ammoniumsulfat pH 5	6,1	14 Tage
25	93	4%	Zitronensäure pH 3	3,3	14 Tage
	94	4%	Zitronensäure pH 4	4,3	14 Tage
30	95	4%	Zitronensäure pH 5	5,4	14 Tage
	96	4%	Zitronensäure pH 6	6,3	14 Tage
35	97	4%	Zitronensäure pH 7	7,5	14 Tage
	98	4%	Tartronsäure pH 3	3,6	14 Tage
40	99	4%	Tartronsäure pH 4	4,4	14 Tage
	100	4%	Tartronsäure pH 5	5,3	14 Tage
45	101	4%	Tartronsäure pH 6	5,9	14 Tage
	102	4%	Tartronsäure pH 7	7,3	14 Tage
50	103	2%	Weinsäure pH 3	nb	14 Tage
	104	2%	Weinsäure pH 6	nb	14 Tage

55 [0117] Die Proben "K" zeigen eine Gesamt-RNA, die ohne vorherige Lagerung mit Hilfe eines Isolierungs-Kits – wie z. B. dem RNeasy® Mini Kits der Firma QIAGEN – aus je  $1 \times 10^6$  Hela-Zellen isoliert wird (= Positiv-Kontrolle). Die Proben "a", "b", "c" und "d" zeigen eine Gesamt-RNA, die nach 3, 7, 10 bzw. 14 Tagen Lagerung von je  $1 \times 10^6$  Hela-Zellen in PBS – ohne Zusätze – wie oben beschrieben isoliert wird.

60 [0118] Die Menge an isolierter Gesamt-RNA wird nach Verdünnung in Wasser durch photometrische Messung der Lichtabsorption bei einer Wellenlänge von 260 nm ermittelt. Die Reinheit der so gewonnenen RNA wird durch die photometrische Bestimmung des Verhältnisses der Lichtabsorption bei 260 nm zu derjenigen bei 280 nm bestimmt. Die Ergebnisse der Isolierungen sind in der nachfolgenden Tabelle 6 dargestellt. Es werden jeweils die Mittelwerte der Doppelbestimmung angegeben.

65

Tabelle 6

RNA-Ausbeute der nach Beispiel 10 aus in Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat gemischt mit verschiedenen Additiven gelagerten Hela-Zellen isolierten Gesamt-RNA

Additiv	Lagerungsdauer (Tage)	RNA-Ausbeute ( $\mu\text{g}$ )	$E_{260}/$ $E_{280}$
Weinsäure pH 5	3	28,7	1,84
Weinsäure pH 5	7	30,7	1,86
Weinsäure pH 5	10	33,4	1,90
Weinsäure pH 5	14	56,4	1,94
Weinsäure pH 6	3	38,4	1,92
Weinsäure pH 6	7	55,5	2,0
Weinsäure pH 6	10	36,1	1,93
Weinsäure pH 6	14	36,9	1,94
Phosphorsäure pH 5	3	39,5	1,89
Phosphorsäure pH 5	7	27,1	1,91
Phosphorsäure pH 5	10	36,9	1,89
Phosphorsäure pH 5	14	40,2	1,85
Phosphorsäure pH 6	3	25,6	1,98
Phosphorsäure pH 6	7	29,2	1,89
Phosphorsäure pH 6	10	34,2	1,88
Phosphorsäure pH 6	14	40,9	1,95

	Tartronsäure pH 5	3	24,7	1,95
	Tartronsäure pH 5	7	30,8	1,91
5	Tartronsäure pH 5	10	30,4	1,90
	Tartronsäure pH 5	14	30,8	1,95
10	Tartronsäure pH 6	3	30,6	1,96
	Tartronsäure pH 6	7	31,0	1,90
	Tartronsäure pH 6	10	34,0	1,95
15	Tartronsäure pH 6	14	32,0	1,92
	Ammoniumsulfat pH 5	3	31,5	1,98
20	Ammoniumsulfat pH 5	7	27,1	1,88
	Ammoniumsulfat pH 5	10	35,7	1,93
	Ammoniumsulfat pH 5	14	35,5	1,92
25	Zitronensäure pH 6	3	24,4	1,91
	Zitronensäure pH 6	7	31,5	1,94
30	Zitronensäure pH 6	10	32,5	1,94
	Zitronensäure pH 6	14	39,2	1,94
	Positiv-Kontrolle	0	33,2	1,90

[0119] Die gelelektrophoretische Auftrennung zeigt nach Anfärbung mit Ethidiumbromid die intakte 28S und 18S rRNA-Banden in den Positiv-Kontrollen. Die obere der rRNA-Banden (28S rRNA) ist dabei deutlich intensiver und dicker als die untere rRNA-Bande (18S rRNA), was ein typisches Merkmal intakter, nicht abgebauter RNA darstellt. Nach 3-tägiger Lagerung der Zellen in PBS ist die RNA z. T. abgebaut, da die beiden rRNA-Banden gleiche Intensität zeigen und deutlich weniger RNA sichtbar ist. Nach 7-tägiger oder längerer Lagerung ist keine RNA mehr sichtbar. Im Gegensatz dazu wird die RNA in Hela-Zellen durch Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat gemischt mit verschiedenen Additiven bis zu 14 Tagen stabilisiert. Dies wird durch die OD-Messung bestimmte RNA-Ausbeute und -Reinheit bestätigt. Die Stabilisierung wird vom pH-Wert beeinflusst. Dabei sind finale pH-Werte in der Mischung, d. h. nach Mischung von Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat und Additiv definierten pH-Wertes, von größer 4 bevorzugt.

#### Beispiel 11

##### RNA-Stabilisierung in unterschiedlichen Mengen von Hela-Zellen

[0120] Diese Experimente zeigen, dass die Stabilisierung von RNA in Hela-Zellen mittels Mischungen von Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat mit Additiven unabhängig von der Anzahl der eingesetzten Zellen erfolgt.

[0121] Zur Herstellung der in diesem Experiment verwendeten Lösung wird eine Stammlösung von 20% Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat mit einer Stammlösung von 0,5 M Weinsäure bei pH 6 zu einer Endkonzentration von 4% Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat und 200 mM des Additivs vermischt. Die Stammlösung des Additivs wird vor der Mischung mit Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat mittels Natronlauge auf den angegebenen pH-Wert eingestellt.

[0122] Je  $1 \times 10^5$ ,  $5 \times 10^5$ ,  $1 \times 10^6$  und  $5 \times 10^6$  Hela-Zellen, die direkt zuvor aus der Zellkultur geerntet und mit PBS gewaschen werden, werden durch Zentrifugation (1 min bei 120 xg) pelletiert und der Überstand entfernt. Zu den Zellen wird jeweils 300 µl Lösung mit 4% Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat und 200 mM Weinsäure gegeben und die Proben durch Vortexen gemischt und dabei die Zellen resuspendiert. Die Proben werden 15 min bzw. 1 Tag bei RT (ca. 20 bis 25°C) gelagert. Alle Experimente werden in Form von Doppelbestimmungen durchgeführt.

[0123] Die RNA-Isolierung erfolgt wie in Beispiel 10 beschrieben.

[0124] Als Kontrollen werden je  $1 \times 10^5$ ,  $5 \times 10^5$ ,  $1 \times 10^6$  und  $5 \times 10^6$  Hela-Zellen ohne vorherige Behandlung mit 4% Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat, 200 mM Weinsäure und ohne Lagerung zur RNA-Isolierung wie oben beschrieben eingesetzt.

[0125] Die isolierte RNA wird auf Agarosegelen, die mit Ethidiumbromid angefärbt sind, analysiert. Hierzu werden beispielsweise 1,0%-ige Formaldehyd-Agarose-MOPS-Gele angefertigt. Es werden jeweils 20 µl des Eluates eingesetzt. Das Ergebnis ist in Fig. 11 wiedergegeben. Die Proben sind in Tabelle 7 zusammengefasst, wobei alle Proben jeweils 2x durchgeführt und dargestellt worden sind.

Tabelle 7

Zusammenfassung der in Fig. 11 dargestellten Proben

Proben Nr.	Zellanzahl	Lagerung
1,2	$1 \times 10^5$	-
3,4	$1 \times 10^5$	15 min
5,6	$1 \times 10^5$	1 Tag
7,8	$5 \times 10^5$	-
9,10	$5 \times 10^5$	15 min
11,12	$5 \times 10^5$	1 Tag
13,14	$1 \times 10^6$	-
15,16	$1 \times 10^6$	15 min
17,18	$1 \times 10^6$	1 Tag
19,20	$5 \times 10^6$	-
21,22	$5 \times 10^6$	15 min
23,24	$5 \times 10^6$	1 Tag

[0126] Die Menge an isolierter Gesamt-RNA wird nach Verdünnung in Wasser durch photometrische Messung der Lichtabsorption bei einer Wellenlänge von 260 nm ermittelt. Die Reinheit der so gewonnenen RNA wird durch die photometrische Bestimmung des Verhältnisses der Lichtabsorption bei 260 nm zu derjenigen bei 280 nm bestimmt. Die Ergebnisse der Isolierungen sind in der nachfolgenden Tabelle 8 dargestellt. Es werden jeweils die Mittelwerte der Doppelbestimmung angegeben.

Tabelle 8

RNA-Ausbeute der nach Beispiel 11 aus in 4% Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat, 200 mM Weinsäure gelagerten Hela-Zellen isolierten Gesamt-RNA

Zellzahl	Lagerung	RNA-Ausbeute ( $\mu\text{g}$ )	$E_{260}/E_{280}$
$1 \times 10^5$	-	3,0	2,04
$1 \times 10^5$	15 min	3,1	1,92
$1 \times 10^5$	1 Tag	3,5	1,97
$5 \times 10^5$	-	16,2	1,83
$5 \times 10^5$	15 min	15,2	1,85
$5 \times 10^5$	1 Tag	16,0	1,86
$1 \times 10^6$	-	28,2	1,75
$1 \times 10^6$	15 min	28,2	1,73
$1 \times 10^6$	1 Tag	34,4	1,77
$5 \times 10^6$	-	107,3	1,64
$5 \times 10^6$	15 min	91,3	1,61
$5 \times 10^6$	1 Tag	122,6	1,61

[0127] Die gelelektrophoretische Auftrennung zeigt nach Anfärbung mit Ethidiumbromid die intakte 28S und 18S rRNA-Banden in den gelagerten ebenso wie in den nicht gelagerten Kontrollproben. Dabei ist kein Unterschied zwi-

schen den nicht gelagerten Kontrollen und den gelagerten Proben zu erkennen. Ebenso bestätigt die durch OD-Messung bestimmte RNA-Ausbeute und -Reinheit, dass die RNA-Stabilisierung in verschiedenen Zelmengen gleichermaßen erfolgt, ohne Verringerung der RNA-Ausbeuten oder RNA-Reinheit. Die mit zunehmender Zellzahl abnehmenden  $E_{260}/E_{280}$ -Quotienten sind darauf zurückzuführen, dass diese Messungen in Wasser und nicht in einem gepufferten System durchgeführt wurden.

## Beispiel 12

## RNA-Stabilisierung in Macrophagen

**[0128]** Diese Experimente demonstrieren, dass RNA in verschiedenen Zelltypen eingesetzt werden kann. Die in diesem Experiment eingesetzten Macrophagen enthalten mehr RNasen als die zuvor verwendeten Hela-Zellen, wodurch der Abbau von RNA in den Zellen forciert wird.

**[0129]** Zur Herstellung der in diesem Experiment verwendeten Lösungen wird eine Stammlösung von 20% Tetracycltrimethylammonium-Oxalat mit einer Stammlösung von 0,5 M Weinsäure pH 5, 0,5 M Tartronsäure pH 5 oder 0,5 M Phosphorsäure pH 5 zu einer Endkonzentration von 4% Tetracycltrimethylammonium-Oxalat und 200 mM des Additivs vermischt. Die Stammlösung des Additivs wird vor der Mischung mit Tetracycltrimethylammonium-Oxalat mittels Natronlauge auf den angegebenen pH-Wert eingestellt.

**[0130]** Je  $1 \times 10^6$  Hela-Zellen, die direkt zuvor aus der Zellkultur geerntet und mit PBS gewaschen werden, werden durch Zentrifugation (1 min bei 120 xg) pelletiert und der Überstand entfernt. Zu den Zellen wird jeweils 300 µl Lösung mit 4% Tetracycltrimethylammonium-Oxalat und 200 mM Additiv gegeben und die Proben durch Vortexen gemischt und dabei die Zellen resuspendiert. Die Proben werden 2 Tage, 6 Tage, 9 Tage bzw. 14 Tage bei RT (ca. 20 bis 25°C) gelagert. Alle Experimente werden in Form von Doppelbestimmungen durchgeführt.

**[0131]** Die RNA-Isolierung erfolgt wie in Beispiel 10 beschrieben.

**[0132]** Die isolierte RNA wird auf Agarosegelen, die mit Ethidiumbromid angefärbt sind, analysiert. Hierzu werden beispielsweise 1,0%-ige Formaldehyd-Agarose-MOPS-Gele angefertigt. Es werden jeweils 20 µl des Eluates eingesetzt. Das Ergebnis ist in **Fig. 12** wiedergegeben. Die Proben sind in Tabelle 9 zusammengefasst, wobei alle Proben jeweils 2x durchgeführt und dargestellt worden sind.

Tabelle 9

Zusammenfassung der in **Fig. 12** dargestellten Proben

Proben Nr	Additiv	Lagerung
1,2	200 mM Phosphorsäure pH 5	2 Tage
3,4	200 mM Phosphorsäure pH 5	6 Tage
5,6	200 mM Phosphorsäure pH 5	9 Tage
7,8	200 mM Phosphorsäure pH 5	14 Tage
9,10	200 mM Tartronsäure pH 5	2 Tage
11,12	200 mM Tartronsäure pH 5	6 Tage

13,14	200 mM Tartronsäure pH 5	9 Tage
15,16	200 mM Tartronsäure pH 5	14 Tage
17,18	200 mM Weinsäure pH 5	2 Tage
19,20	200 mM Weinsäure pH 5	6 Tage
21,22	200 mM Weinsäure pH 5	9 Tage
23,24	200 mM Weinsäure pH 5	14 Tage

**[0133]** Die Spuren 25 und 26 zeigen eine Gesamt-RNA, die ohne vorherige Lagerung der Macrophagen mit Hilfe eines kommerziell erhältlichen Isolierungskits – wie z. B. RNeasy® Mini Kits der Firma QIAGEN – aus je  $1 \times 10^6$  Macrophagen isoliert wird (= Positiv-Kontrolle).

**[0134]** Die Menge an isolierter Gesamt-RNA wird nach Verdünnung in Wasser durch photometrische Messung der Lichtabsorption bei einer Wellenlänge von 260 nm ermittelt. Die Reinheit der so gewonnenen RNA wird durch die photometrische Bestimmung des Verhältnisses der Lichtabsorption bei 260 nm zu derjenigen bei 280 nm bestimmt. Die Ergebnisse der Isolierungen sind in der nachfolgenden Tabelle 10 dargestellt. Es werden jeweils die Mittelwerte der Doppelbestimmung angegeben.

Tabelle 10

Nukleinsäure-Ausbeute aus den nach Beispiel 12 in 4% Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat, 200 mM Additiv gelagerten Macrophagen

Additiv	Lagerung	RNA-Ausbeute (µg)	E <sub>260</sub> /E <sub>280</sub>
200 mM Phosphorsäure pH 5	2 Tage	24,2	1,91
200 mM Phosphorsäure pH 5	6 Tage	25,7	1,86
200 mM Phosphorsäure pH 5	9 Tage	21,6	1,83
200 mM Phosphorsäure pH 5	14 Tage	23,5	1,83

200 mM Tartronsäure pH 5	2 Tage	24,1	1,86
200 mM Tartronsäure pH 5	6 Tage	23,2	1,85
200 mM Tartronsäure pH 5	9 Tage	20,2	1,86
200 mM Tartronsäure pH 5	14 Tage	27,8	1,81
200 mM Weinsäure pH 5	2 Tage	25,4	1,85
200 mM Weinsäure pH 5	6 Tage	30,9	1,84
200 mM Weinsäure pH 5	9 Tage	24,3	1,86
200 mM Weinsäure pH 5	14 Tage	25,1	1,86
Positiv-Kontrolle	ohne Lagerung	16,3	1,88

[0135] Die gelelektrophoretische Auftrennung zeigt nach Anfärbung mit Ethidiumbromid die intakte 28S und 18S rRNA-Banden in den gelagerten ebenso wie in den nicht gelagerten Proben, wobei auch noch 14-tägiger Lagerung kein RNA-Abbau zu erkennen ist. Ebenso bleiben die mittels photometrischer Messung bestimmten RNA-Ausbeuten und RNA-Reinheiten während der Lagerung unverändert.

#### Beispiel 13

##### RNA-Stabilisierung in adhärenen Hela-Zellen ohne Entfernung des Mediums

[0136] Diese Experimente zeigen, dass mittels Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat-Additiv-Mischungen RNA auch in adhärenen Zellen stabilisiert werden kann. Die Stabilisierung erfolgt dabei auch, wenn das Medium in dem sich die Zellen befinden, nicht entfernt, sondern die Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat/Additiv-Mischung zum Medium hinzugegeben wird. Zellen in Medium können dabei als Modell für Zellen in Körperflüssigkeiten angesehen werden.

[0137] Zur Herstellung der in diesem Experiment verwendeten Lösungen werden Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat und das jeweilige Additiv Weinsäure bzw. Ammoniumsulfat für eine Endkonzentration von 4% Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat und 200 mM Additiv eingewogen und in Wasser gelöst. Der pH-Wert der Lösung wird im Falle von 4% Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat, 200 mM Weinsäure mit Natronlauge und im Falle von 4% Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat, 200 mM Ammoniumsulfat mit Schwefelsäure auf pH 5 eingestellt.

[0138] Hela-Zellen werden in 6-well plates in je 2 ml Medium angezogen. Die Zellen wachsen adhären, d. h. haften auf dem Boden des wells. Zur RNA-Stabilisierung in den Zellen werden zu je einem well jeweils 10 ml 4% Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat, 200 mM Weinsäure pH 5 bzw. 4% Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat, 200 mM Ammoniumsulfat pH 5 zugegeben und die Platten für 4 Tage bei RT gelagert. Als Negativ-Kontrolle wird ein well mit Medium aber ohne Zugabe einer 4% Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat, 200 mM Additiv-Mischung für 4 Tage bei RT gelagert.

[0139] Als Positiv-Kontrolle wird von einem well die RNA der Hela-Zellen ohne vorherige Lagerung mit Hilfe eines



handelsüblichen Isolierungskits – wie z. B. RNeasy® Mini Kits der Firma QIAGEN – isoliert. Hierfür wird das Medium vollständig von den Zellen abgenommen und mit 350 µl des Lysepuffers RLT (Bestandteil des RNeasy-Kits) versetzt. Die Zellen werden mit einem Schaber vom Boden des Wells abgeschabt und das Lysat in einen sog. Shredder – wie z. B. der QIAshredder der Firma QIAGEN – überführt. Durch Zentrifugation für 2 min bei 14000 rpm wird das Lysat durch den Shredder geführt und so die Probe homogenisiert. Der Durchfluß wird mit 70% Ethanol vermischt und wie in Beispiel 10 beschrieben, wird die RNA isoliert.

[0140] Nach 4 Tagen Lagerung der Zellen in einem Medium gemischt mit 4% Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat, 200 mM Additiv werden die nun abgelösten Zellen vollständig zusammen mit dem Überstand aufgenommen und 5 min bei 3000 xg zentrifugiert. Die Überstände werden abgenommen und das Zellpellet zur RNA-Isolierung, wie in Beispiel 10 beschrieben, verwendet.

[0141] Nach 4 Tagen Lagerung der Zellen in einem Medium ohne 4% Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat, 200 mM Additiv (= Negativ-Kontrolle) wird die RNA wie oben für die Positiv-Kontrolle beschrieben isoliert.

[0142] Die isolierte RNA wird auf Agarosegelen, die mit Ethidiumbromid angefärbt sind, analysiert. Hierzu werden beispielsweise 1,0%-ige Formaldehyd-Agarose-MOPS-Gele angefertigt. Es werden jeweils 20 µl des Eluates eingesetzt.

Das Ergebnis ist in Fig. 13 wiedergegeben. Spur 1 enthält Gesamt-RNA, die nach Lagerung der Zellen in Medium gemischt mit 4% Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat, 200 mM Weinsäure, pH 5 isoliert wird. Spur 2 zeigt Gesamt-RNA, die nach Lagerung der Zellen in Medium gemischt mit 4% Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat, 200 mM Ammoniumphosphat, bei pH 5 isoliert wird. Die Spur 3 zeigt eine Gesamt-RNA, die nach Lagerung der Zellen nur in Medium isoliert wird und die Spur 4 zeigt eine Gesamt-RNA, die als Positiv-Kontrolle ohne vorherige Lagerung isoliert wird.

[0143] Die Menge an isolierter Gesamt-RNA wird nach Verdünnung in Wasser durch photometrische Messung der Lichtabsorption bei einer Wellenlänge von 260 nm ermittelt. Die Reinheit der so gewonnenen RNA wird durch die photometrische Bestimmung des Verhältnisses der Lichtabsorption bei 260 nm zu derjenigen bei 280 nm bestimmt. Die Ergebnisse der Isolierungen sind in der nachfolgenden Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11

RNA-Ausbeute der nach Beispiel 13 aus adhärenenten HeLa-Zellen isolierten Gesamt-RNA

Lagerung in Medium gemischt mit	RNA-Ausbeute (µg)	E <sub>260</sub> /E <sub>280</sub>
4% Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat, 200 mM Weinsäure, pH 5	10,9	1,70
4% Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat, 200 mM Ammoniumsulfat, pH 5	13,2	1,75
-	6,1	1,58
Positiv-Kontrolle ohne Lagerung	12,5	1,75

[0144] Die gelelektrophoretische Auftrennung zeigt nach Anfärbung mit Ethidiumbromid die intakte 28S und 18S rRNA-Banden in der nicht gelagerten Probe ebenso wie in den mit Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat-Additiv-Mischungen gelagerten Proben. Dagegen ist die RNA in den Zellen, die in Medium ohne Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat-Additiv-Zugabe gelagert werden, nahezu vollständig abgebaut. Ebenso besteht kein Unterschied zwischen nicht gelagerten und stabilisierten Proben bezüglich der mittels OD-Messung bestimmten RNA-Ausbeute und -Reinheit, während die Ausbeute und Reinheit der RNA in den in Medium ohne Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat-Additiv-Zugabe gelagerten Proben deutlich reduziert ist.

Beispiel 14

RNA-Stabilisierung in Gewebe mittels Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat, gemischt mit verschiedenen Additiven

[0145] Diese Experimente zeigen, dass Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat gemischt mit verschiedenen Additiven auch geeignet ist RNA aus Gewebe zu stabilisieren.

[0146] Zur Herstellung der in diesem Experiment verwendeten Lösungen wird eine Stammlösung von 20% Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat mit jeweils einer Stammlösung von 0,5 M von Weinsäure, Zitronensäure, Tartronsäure, Ammoniumsulfat, Kaliumphosphat, Oxalsäure oder Phosphorsäure zu einer Endkonzentration von 4% Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat und 200 mM des Additivs vermischt. Die Stammlösungen der Additive werden vor der Mischung mit Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat mittels Natronlauge oder Schwefelsäure (oder Ammoniumsulfat) oder Kalilauge bzw. Phosphorsäure (oder Kaliumphosphat) auf den jeweils angegebenen pH-Wert eingestellt.

[0147] Nierengewebe der Maus, welches nach Entnahme unverzüglich in flüssigem Stickstoff eingefroren und anschließend bei -70°C gelagert wurde, wird für diese Experimente verwendet. Je ca. 70 bis 90 mg des Gewebes werden gefroren mit 500 µl je 10 mg Gewebe der in Tabelle 12 genannten Puffer versetzt und sofort mittels eines Rotor-Stator-

Homogenisators – wie z. B. des Polytrons der Firma Kinematica – für 30 bis 60 s homogenisiert. Von diesen Homogenisaten werden Aliquots von je 500 µl Lösung abgenommen, die somit 10 mg Gewebe entsprechen. Die Proben werden für einen Tag bei RT gelagert.

[0148] Im Anschluß an die Lagerung werden die Proben für 3 min bei 10000 xg zentrifugiert und der Überstand abgenommen. Das Pellet wird in 600 µl eines handelsüblichen Guanidinium-Isothiocyanat-Puffers – wie z. B. RLT-Puffer der Firma QIAGEN – durch Vortexen vollständig gelöst. Anschließend wird 1 Volumen (600 µl) 70%-iges Ethanol zugefügt und durch mehrmaliges Auf- und Abpipettieren oder durch Vortexen über einen Zeitraum von ca. 5 s gemischt. Das Lysat wird anschließend in eine handelsübliche Silicamembran enthaltene spin-Säule – wie z. B. RNeasy-Säulen der Firma QIAGEN – aufgetragen und durch Zentrifugation (1 min bei 10000 xg) durch die Membran hindurchgeführt. Die RNA bleibt an der Membran gebunden und wird anschließend mit einem ersten handelsüblichen Guanidinium-Isothiocyanat-haltigen Waschpuffer – beispielsweise mit dem Puffer RW1 der Firma QIAGEN – und danach mit einem zweiten alkoholhaltigen Waschpuffer – z. B. dem Puffer RPE der Firma QIAGEN – gewaschen. Dabei werden die Waschpuffer jeweils durch Zentrifugation (1 min bei 10000 xg) durch die Membran hindurchgeführt. Die Waschung mit dem zweiten alkoholhaltigen Waschpuffer wird mit einem geringeren Volumen wiederholt, wobei gleichzeitig die Membran durch die Zentrifugation (2 min max. rpm, hier 20000 xg) getrocknet wird. Zur Elution werden 40 µl RNase-freies Wasser auf die Membran pipettiert, um die gereinigte RNA von der Membran abzulösen. Durch Zentrifugation (1 min bei 10000 xg) wird das Eluat durch die Membran hindurchgeführt und der Elutionsschritt wird zum Zwecke einer vollständigen Elution noch einmal wiederholt.

[0149] Die isolierte RNA wird auf Agarosegelen, die mit Ethidiumbromid angefärbt sind, analysiert. Hierzu werden beispielsweise 1,0%-ige Formaldehyd-Agarose-MOPS-Gele angefertigt. Es werden jeweils 20 µl des Eluates eingesetzt. Das Ergebnis ist in Fig. 14 wiedergegeben. Die Proben sind in Tabelle 12 zusammengefaßt, wobei alle Proben jeweils 2x durchgeführt und dargestellt worden sind.

Tabelle 12

Zusammenfassung der in Fig. 14 dargestellten Proben

Proben Nr	Additiv	pH-Wert des Additivs	finaler pH-Wert der Mischung aus Tetradecyltrimethylammonium-Oxalat und Additiv
1	Weinsäure	3	3,4
2	Weinsäure	4	4,3

3	Weinsäure	5	5,3
4	Weinsäure	6	6,0
5	Weinsäure	7	7,3
6	Zitronensäure	3	3,3
7	Zitronensäure	4	4,3
8	Zitronensäure	5	5,4
9	Zitronensäure	6	6,3
10	Zitronensäure	7	7,5
11	Oxalsäure	4	4,3
12	Oxalsäure	5	5,3
13	Oxalsäure	6,17	6,5
14	Oxalsäure	7	7,2
15	Phosphorsäure	3	4,3
16	Phosphorsäure	4	4,9
17	Phosphorsäure	5	6,0
18	Phosphorsäure	6	6,3
19	Phosphorsäure	7	7,1
20	Kaliumphosphat	4,2	4,9
21	Kaliumphosphat	5	5,3
22	Kaliumphosphat	6	6,1
23	Kaliumphosphat	7	6,9
24	Kaliumphosphat	8	7,8
25	Tartronsäure	3	3,6
26	Tartronsäure	4	4,4
27	Tartronsäure	5	5,3
28	Tartronsäure	6	5,9
29	Tartronsäure	7	7,3
30	Ammoniumsulfat	2	4,1
31	Ammoniumsulfat	3	5,2
32	Ammoniumsulfat	4	6,0
33	Ammoniumsulfat	5	6,1

[0150] Die Proben "K" zeigen eine Gesamt-RNA, die ohne vorherige Lagerung mit Hilfe eines Isolierungskits (RNeasy der Fa. Qiagen GmbH) aus 10 mg gefrorenem Nierengewebe isoliert wird (= Positiv-Kontrolle). Die Spuren "N" zeigen eine Gesamt-RNA, die nach eintägiger Lagerung von 10 mg Nierengewebe trocken, d. h. ohne Lösungszugabe mit Hilfe des RNeasy® Mini Kits der Firma QIAGEN isoliert wird (= Negativ-Kontrolle.)

[0151] Die gelelektrophoretische Auftrennung zeigt nach Anfärbung mit Ethidiumbromid die intakte 28S und 18S rRNA-Banden in der Positiv-Kontrolle. Die Negativ-Kontrolle, ohne Stabilisierungslösung gelagertes Nierengewebe, zeigt vollständig abgebaute RNA. Im Gegensatz dazu sind nach Lagerung der Proben in Tetradecyltrimethylammonium-

Oxalat gemischt mit verschiedenen Additiven wie in der Positiv-Kontrolle die intakten mRNA-Banden sichtbar. Die Stabilisierung wird dabei vom pH-Wert beeinflusst. Bei der RNA-Stabilisierung in Gewebe werden finale pH-Werte der Stabilisierungslösung nach Mischung von Tetracycltrimethylammonium-Oxalat und Additiv definierten pH-Wertes von größer 4 bevorzugt.

## Beispiel 15

### DNA-Stabilisierung und -Isolierung parallel zur RNA-Stabilisierung und -Isolierung

- [0152] Diese Experimente zeigen, dass mittels Tetracycltrimethylammonium-Oxalat gemischt mit verschiedenen Additiven neben RNA auch DNA in Gewebe stabilisiert wird. Aus einer Probe kann dabei neben der RNA auch die DNA parallel isoliert werden.
- [0153] Zur Herstellung der in diesem Experiment verwendeten Lösungen wird eine Stammlösung von 20% Tetracycltrimethylammonium-Oxalat mit einer Stammlösung von 0,5 M von Zitronensäure pH 5, eingestellt mit Natronlauge, zu einer Endkonzentration von 4% Tetracycltrimethylammonium-Oxalat und 200 mM des Additivs vermischt.
- [0154] Nierengewebe der Maus, welches nach Entnahme unverzüglich in flüssigem Stickstoff eingefroren und anschließend bei  $-70^{\circ}\text{C}$  gelagert wurde, wird für diese Experimente verwendet. Ca. 80 mg des Gewebes werden gefroren mit 4,2 ml 4% Tetracycltrimethylammonium-Oxalat, 200 mM Zitronensäure pH 5 versetzt und sofort mittels eines Rotor-Stator-Homogenisators wie z. B. des Polytrons der Firma Kinematica für 30 bis 60 sek. homogenisiert. Von diesem Homogenisat werden Aliquots von je 500  $\mu\text{l}$  Lösung abgenommen, die somit 10 mg Gewebe entsprechen. Die Proben werden für einen Tag bei RT gelagert.
- [0155] Im Anschluß an die Lagerung werden die Proben für 3 min bei 10000 xg zentrifugiert und der Überstand abgenommen. Das Pellet wird in 600  $\mu\text{l}$  eines handelsüblichen Guanidinium-Isothiocyanat-Puffers – wie z. B. RLT-Puffer der Firma QIAGEN – durch Vortexen vollständig gelöst. Anschließend wird 1 Volumen (600  $\mu\text{l}$ ) 70%-iges Ethanol zugefügt und durch mehrmaliges Auf- und Abpipettieren oder durch Vortexen über einen Zeitraum von ca. 5 s gemischt. Das Lysat wird anschließend in eine handelsübliche Silicamembran enthaltene spin-Säule – wie z. B. RNeasy-Säulen der Firma QIAGEN – aufgetragen und durch Zentrifugation (1 min bei 10000 xg) durch die Membran hindurchgeführt. Die RNA bleibt an der Membran gebunden und kann anschließend wie in Beispiel 14 beschrieben isoliert werden. Der Durchfluß (ca. 1200  $\mu\text{l}$ ) wird aufgefangen und mit 200  $\mu\text{l}$  100% Ethanol versetzt und durch Vortexen gemischt. Diese Proben werden erneut in eine handelsübliche Silicamembran enthaltene spin-Säule – wie z. B. QIAamp-Säulen der Firma QIAGEN – aufgetragen und durch Zentrifugation (1 min bei 10000 xg) durch die Membran hindurchgeführt. Die DNA bleibt an der Membran gebunden und wird anschließend mit einem ersten handelsüblichen Guanidinium-Isothiocyanat-haltigen Waschpuffer – beispielsweise mit dem Puffer RW1 der Firma QIAGEN – und danach mit einem zweiten alkoholhaltigen Waschpuffer – z. B. Puffer RPE der Firma QIAGEN – gewaschen. Dabei werden die Waschpuffer jeweils durch Zentrifugation (1 min bei 10000 xg) durch die Membran geführt. Die Waschung mit dem zweiten alkoholhaltigen Waschpuffer wird mit einem geringeren Volumen wiederholt, wobei gleichzeitig die Membran durch die Zentrifugation (2 min max. rpm, hier 20000 xg) getrocknet wird. Zur Elution werden 200  $\mu\text{l}$  Wasser auf die Membran pipettiert und 1 min bei RT inkubiert, um die gereinigte DNA von der Membran abzulösen. Durch Zentrifugation (1 min bei 10000 xg) wird das Eluat durch die Membran hindurchgeführt und der Elutionsschritt wird zum Zwecke einer vollständigen Elution noch einmal wiederholt.
- [0156] Die isolierte DNA wird auf Agarosegelen, die mit Ethidiumbromid angefärbt sind, analysiert. Hierzu werden beispielsweise 0,8%-ige Agarose-TBE-Gele angefertigt. Es werden jeweils 40  $\mu\text{l}$  der Proben 1 bis 4 und 20  $\mu\text{l}$  der Proben 5 bis 9 eingesetzt. Das Ergebnis ist in Fig. 15 wiedergegeben.
- [0157] Die Spuren 1 und 2 zeigen die entsprechend Beispiel 15 isolierte Gesamt-DNA. Die Spuren 3 und 4 zeigen 0,1  $\mu\text{g}$  bzw. 0,5  $\mu\text{g}$  einer Gesamt-DNA als Referenz, zur Demonstration des Laufverhaltens einer intakten genomischen DNA im verwendeten Agarosegel. Die Spur 5 zeigt eine Gesamt-DNA, die ohne vorherige Lagerung mit Hilfe eines kommerziell erhältlichen Isolierungskits (QIAamp® Mini Kits der Firma QIAGEN GmbH) aus 10 mg gefrorenem Nierengewebe der Ratte isoliert wird (= Positiv-Kontrolle). Als Negativ-Kontrolle diente Gesamt-DNA, die nach eintägiger Lagerung von 10 mg Nierengewebe trocken, d. h. ohne Lösungszugabe, oder in A. dest., mit Hilfe des QIAamp® Mini Kits der Firma QIAGEN isoliert wird. Diese DNA ist in den Spuren 6 und 7 (Lagerung trocken) und in den Spuren 8 und 9 (Lagerung in A. dest.) gezeigt.
- [0158] Die gelelektrophoretische Auftrennung zeigt hochmolekulare, nicht degradierte DNA sowohl in den Spuren, welche die Referenz-DNA zeigen, als auch in den Spuren, die die DNA der nicht-gelagerten Positiv-Kontrolle enthalten. Die Lagerung des Gewebes trocken oder in Wasser führt zu einem vollständigen Abbau der DNA. Dagegen bleibt aus den entsprechend Beispiel 15 behandelten Proben intakt und wird während der Lagerung nicht degradiert. Mischungen aus Tetracycltrimethylammonium-Oxalat mit Additiven sind somit geeignet auch DNA in biologischen Proben zu stabilisieren und erlauben zudem eine parallele Isolierung von RNA und DNA aus einer Probe.

## Patentansprüche

1. Komposition umfassend als Bestandteile eine kationische Verbindung der allgemeinen Formel



worin

Y Stickstoff oder Phosphor,

$\text{R}_1, \text{R}_2, \text{R}_3$  und  $\text{R}_4$  unabhängig voneinander einen unverzweigten oder verzweigten  $\text{C}_1\text{-C}_{20}$ -Alkylrest und/oder einen  $\text{C}_6\text{-C}_{20}$ -Arylrest sowie einen  $\text{C}_6\text{-C}_{26}$ -Aralkylrest und

X<sup>-</sup> ein Anion einer anorganischen oder organischen, ein- oder mehrbasischen Säure bedeuten können

und mindestens einen Protonendonator.

2. Komposition nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Y Stickstoff bedeutet.

5 3. Komposition nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass R<sub>1</sub> einen höheren Alkylrest mit vorzugsweise 12, 14 oder 16 Kohlenstoffatomen und R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> und R<sub>4</sub> jeweils eine Methylgruppe bedeutet.

4. Komposition nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Anion X<sup>-</sup> aus der Gruppe der Anionen von Halogenwasserstoffsäuren oder Anionen ein- oder zweibasischer organischer Säuren ausgewählt wird.

10 5. Komposition nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Anion X<sup>-</sup> Anionen aus der Gruppe Bromid, Chlorid, Phosphat, Sulfat, Formiat, Acetat, Propionat, Oxalat, Malonat, Succinat oder Citrat ausgewählt wird.

6. Komposition nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Protonendonator aus der Gruppe der gesättigten aliphatischen Monocarbonsäuren, der ungesättigten Alkenyl-carbonsäuren, der gesättigten und/oder ungesättigten aliphatischen C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>-Dicarbonsäuren, der aliphatischen Ketodicarbonsäuren, der Aminosäuren oder aus der Gruppe der Mineralsäuren oder deren Salze allein oder in Kombination ausgewählt wird.

15 7. Komposition nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass als aliphatische Monocarbonsäure eine C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>-Alkyl-carbonsäure, vorzugsweise Essigsäure, Propionsäure, n-Buttersäure, n-Valeriansäure, Isovaleriansäure, Ethyl-methyl-essigsäure (2-Methyl-buttersäure), 2,2-Dimethylpropionsäure (Pivalinsäure), n-Hexansäure, n-Octansäure, n-Decansäure bzw. n-Dodecansäure (Laurinsäure) oder Mischungen der genannten Säuren eingesetzt werden.

20 8. Komposition nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass als aliphatische Alkenyl-carbonsäure Acrylsäure (Propensäure), Methacrylsäure, Crotonsäure, iso-Crotonsäure oder Vinyl-essigsäure oder Mischungen der genannten Säuren eingesetzt werden.

9. Komposition nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass als gesättigte aliphatische C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>-Dicarbonsäure eine Dicarbonsäure aus der Gruppe Oxalsäure, Malonsäure, Bernsteinsäure, Glutarsäure bzw. Adipinsäure oder Mischungen der genannten Säuren eingesetzt werden.

25 10. Komposition nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass als Protonendonatoren aliphatische Dicarbonsäuren, vorzugsweise Oxalsäure oder Bernsteinsäure oder Mischungen der genannten Säuren eingesetzt werden.

11. Komposition nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Protonendonatoren aliphatische Hydroxi-di- und -tricarbonsäuren, vorzugsweise Tarttronsäure, D-(+)-, L-(-)- oder DL-Äpfelsäure, (2R,3R)-(+)-Weinsäure, (2S,3S)-(-)-Weinsäure, meso-Weinsäure und Citronensäure oder Mischungen der genannten Säuren eingesetzt werden.

12. Komposition nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Protonendonatoren ungesättigte Dicarbonsäuren, vorzugsweise Malein- und/oder Fumarsäure oder Mischungen der genannten Säuren eingesetzt werden.

13. Komposition nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Protonendonatoren ungesättigte Tricarbonsäuren, vorzugsweise Aconitsäure, oder Mischungen dieser Säuren eingesetzt werden.

14. Komposition nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Protonendonatoren aliphatische Ketodicarbonsäuren, vorzugsweise Mesoxalsäure oder Oxalessigsäure, oder Mischungen der genannten Säuren eingesetzt werden.

15. Komposition nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Protonendonatoren Aminosäuren, vorzugsweise Aminoessigsäure (Glycin),  $\alpha$ -Aminopropionsäure (Alanin),  $\alpha$ -Amino-iso-valeriansäure (Valin),  $\alpha$ -Amino-iso-capronsäure (Leucin) und  $\alpha$ -Amino- $\beta$ -methylvaleriansäure (Isoleucin), oder Mischungen der genannten Säuren eingesetzt werden.

16. Komposition nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass sie in wässriger Lösung vorliegt.

17. Komposition nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die kationische Verbindung in einer Konzentration in einem Intervall von 0.01 Gew.-% bis zur Sättigung, bevorzugt zwischen 0.1 Gew.-% und der Sättigung, besonders bevorzugt zwischen 0.5 und 15 Gew.-% und ganz besonders bevorzugt zwischen 2 und 10 Gew.-% liegt.

18. Verfahren zur Herstellung einer der Kompositionen nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass man die einzelnen Bestandteile gegebenenfalls in wässriger Lösung zusammenfügt und vermischt.

19. Verwendung einer Komposition gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17 zur Isolierung und/oder Stabilisierung von Nukleinsäuren.

20. Verwendung gemäß Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass als Nukleinsäuren Ribonukleinsäuren (RNA), Desoxyribonukleinsäuren (DNA) stabilisiert werden.

21. Verwendung gemäß Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass Nukleinsäuren Ribonukleinsäuren (RNA) oder Desoxyribonukleinsäuren (DNA) in Form von monomeren Nukleotiden, Oligomeren, Plasmide, in Form viraler und/oder bakterieller DNA und RNA, sowie genomische und nichtgenomische DNA und RNA aus Tier- und Pflanzenzellen oder anderen Eukaryonten stabilisiert werden.

22. Verwendung gemäß Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass als Nukleinsäuren mRNA in prozessierter und unprozessierter Form, tRNA, mRNA, rRNA, cDNA stabilisiert werden.

23. Diagnostische Zusammensetzung, enthaltend eine Komposition gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17.

24. Kit zur Stabilisierung von Nukleinsäuren enthaltend eine Komposition gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17.  
25. Mischung enthaltend eine Nukleinsäure-haltige biologische Probe und eine Komposition nach einem der Ansprüche 1 bis 17 gegebenenfalls neben weiteren Hilfsstoffen.

26. Mischung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass der pH-Wert der Mischung in einem Bereich von 2 bis 12, bevorzugt 2 bis 10 und besonders bevorzugt in einem Intervall von 3 bis 8 liegt.

27. Mischung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die biologische Probe, die ggf. Viren oder Bakterien enthalten kann, Blut, Plasma oder Serum ist.

28. Mischung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß der pH-Wert der Mischung in einem Bereich von 2

bis 6, bevorzugt 3 bis 4 liegt.

29. Mischung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die biologische Probe, die ggf. Viren oder Bakterien enthalten kann, durch ein Punktat, Zellen, Gewebe oder Bakterien verkörpert wird.

30. Mischung nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß der pH-Wert der Mischung in einem Bereich von 3 bis 10, bevorzugt 4 bis 8 liegt.

5

---

Hierzu 15 Seite(n) Zeichnungen

---

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

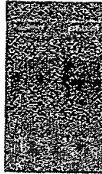
10% TTAox/  
200 mM Essigsäure pH 3  
48 h RT



10% TTAox/  
200 mM Bernsteinsäure pH 2  
48 h RT



10% TTAox/  
200 mM Malonsäure pH 2  
48 h RT



10% TTAox/  
200 mM Glutarsäure pH 2  
24 h RT



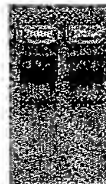
10% TTAox/  
200 mM Oxalsäure pH 3  
24 h RT



10% TTAox/  
200 mM Zitronensäure pH 3  
24 h RT



10% TTAox/  
200 mM Weinsäure pH 3  
48 h RT



10% TTAox/  
200 mM Äpfelsäure pH 3  
24 h RT



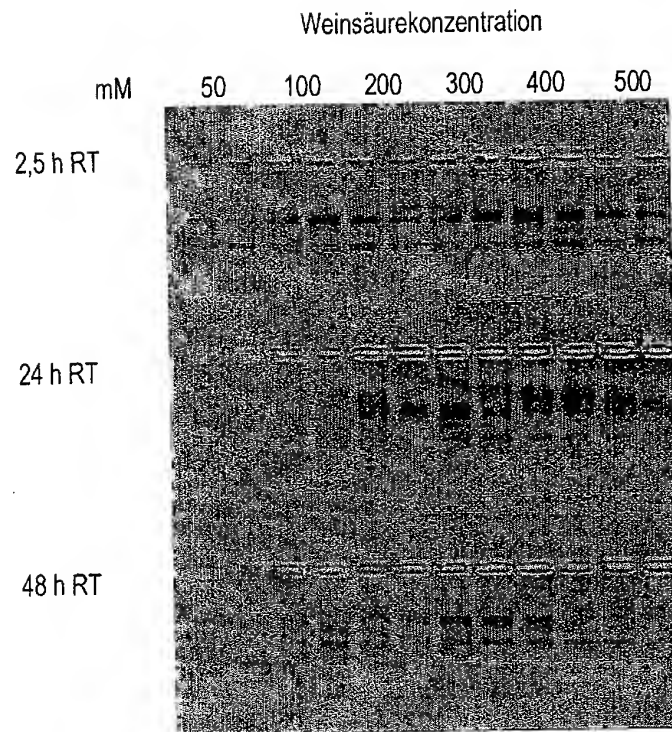
10% TTAox/  
200 mM Tartronsäure pH 4  
48 h RT



10% TTAox/  
200 mM Adipinsäure pH 2  
24 h RT



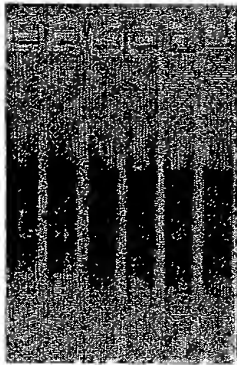
Fig. 1



**Fig. 2**



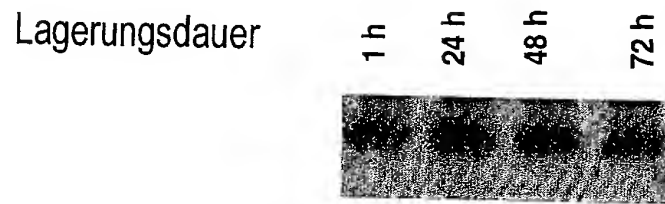
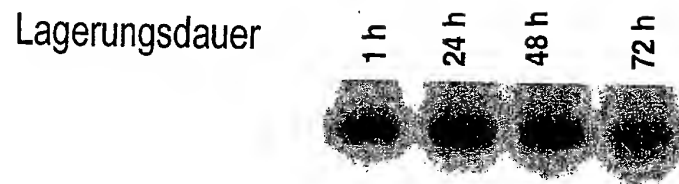
24h 48h 72h

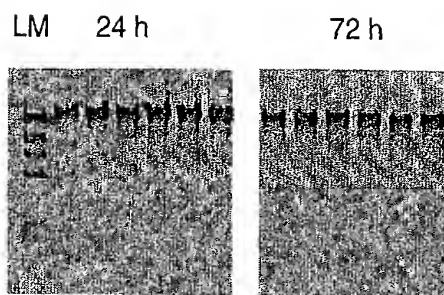


RNA Ausbeute: OD 260/280nm:

24h	5,1 µg	1,94
	5,5 µg	1,91
48h	6,5 µg	1,95
	6,2 µg	1,92
72h	5,9 µg	1,94
	7,1 µg	1,92

Fig. 3

**A: GAPDH-Sonde****B: IFN-  $\gamma$  Sonde****Fig. 4**



LM= Längenmarker (800 ng Lambda-DNA geschnitten mit Hind III)

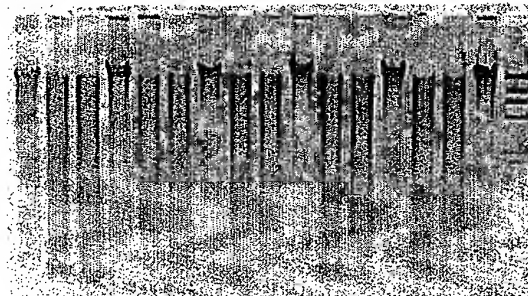
Ausbeute (bestimmt über OD260 nm) :

	Durchschnitt	Schwankungsbreite
24h	50 µg	47 - 54 µg
72h	30 µg	26 - 34 µg

**Fig. 5**

## A. Enzymatische Restriktion der DNA

EH EH EH EH EH LM



## B. PCR-Amplifikation der hugl-Gens

obere Reihe: 150 ng DNA/ 50 µl Reaktion

untere Reihe: 300 g DNA/ 50 µl Reaktion

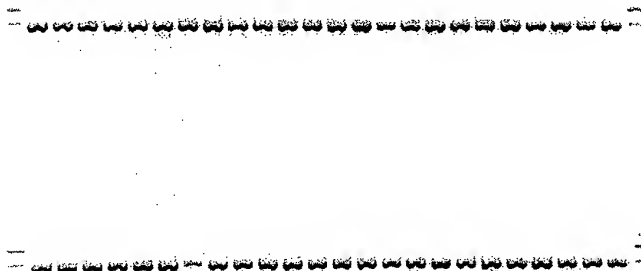


Fig. 6

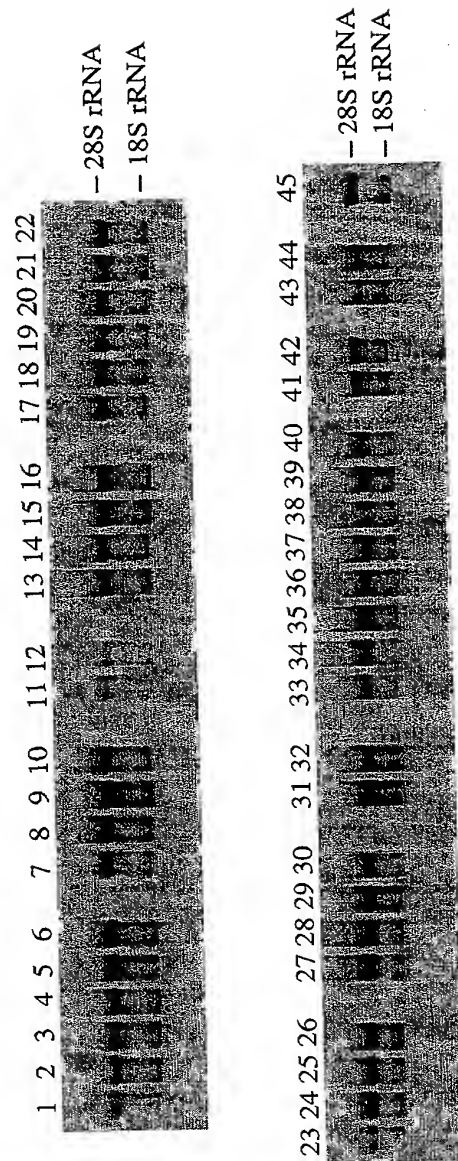


Fig. 7

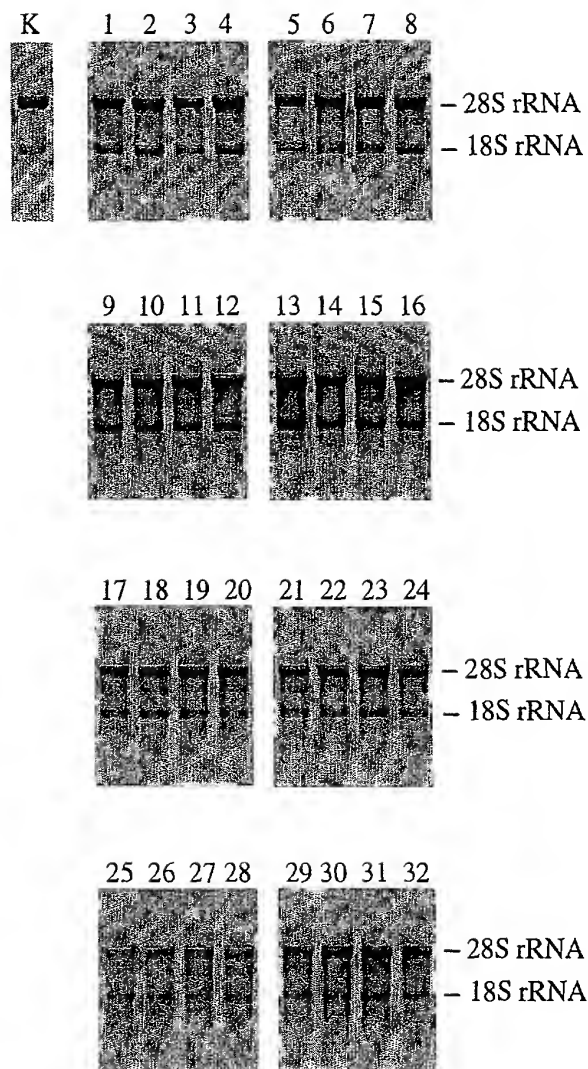
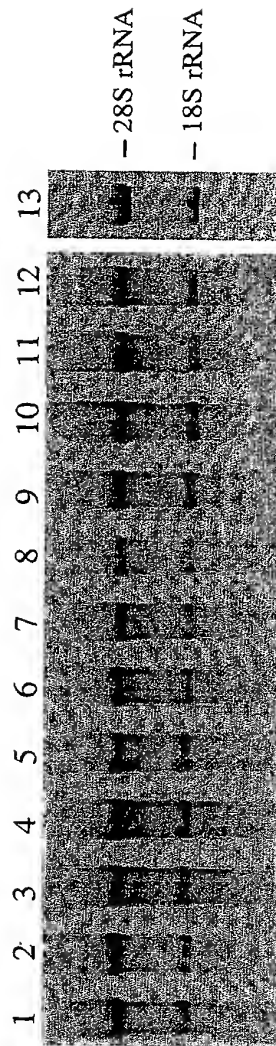


Fig. 8



**Fig. 9**

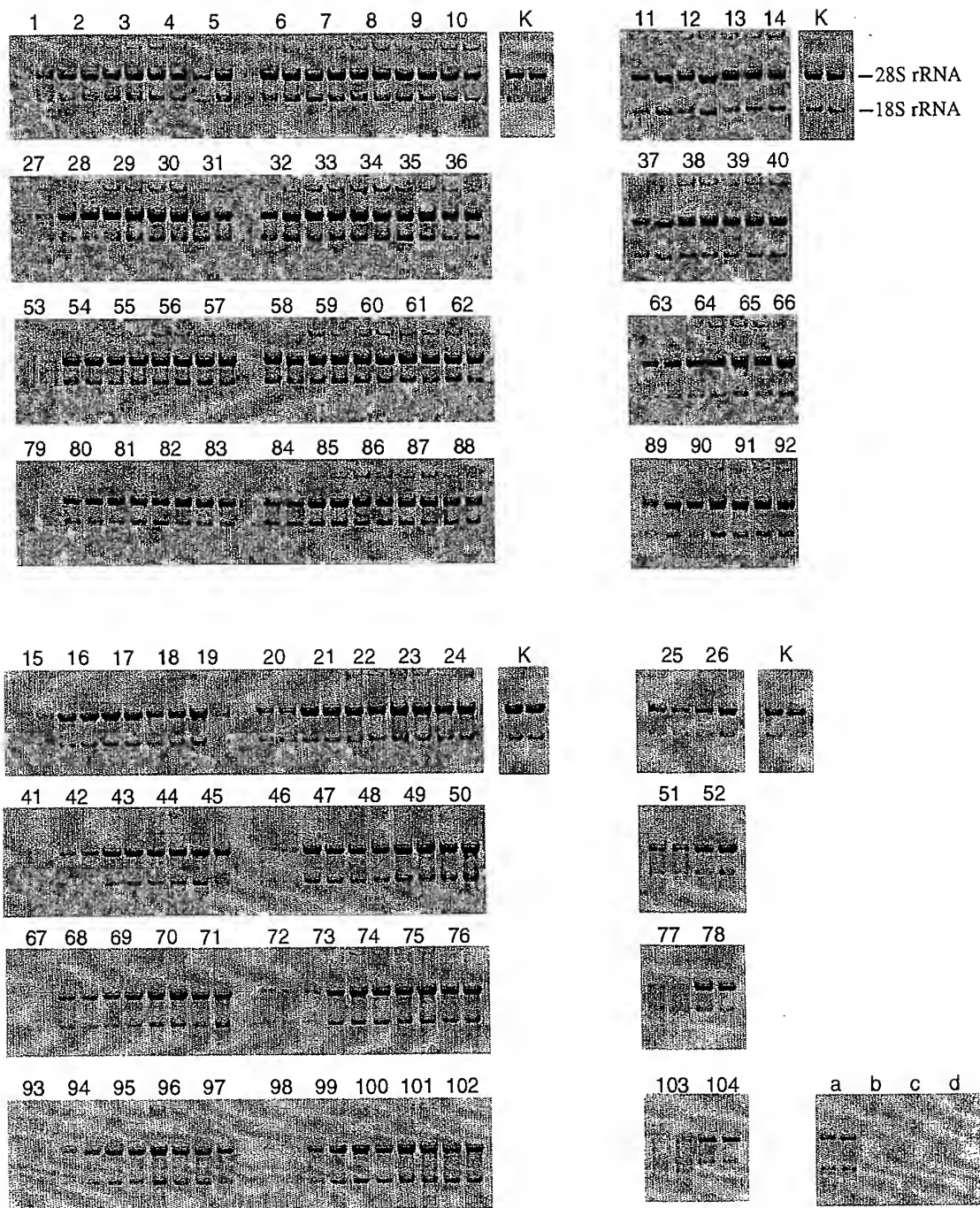
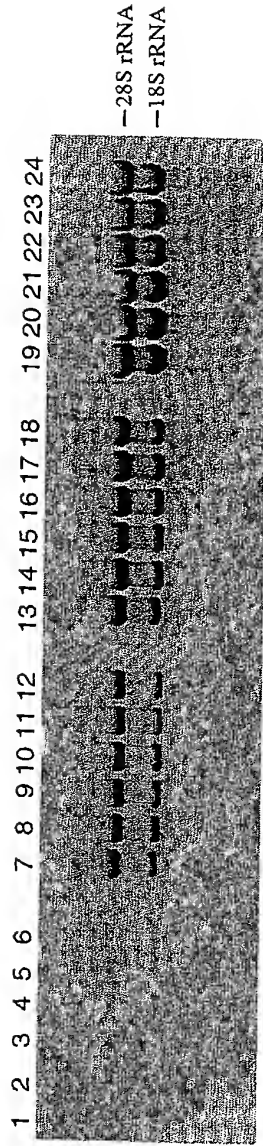


Fig. 10

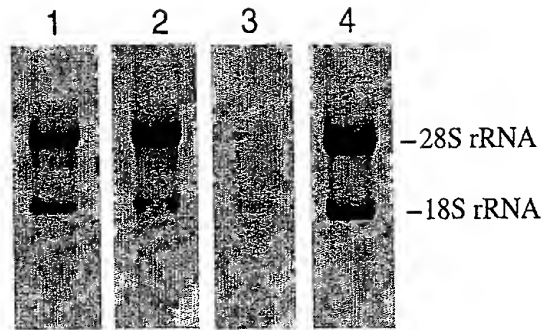




**Fig. 11**



**Fig. 12**



**Fig. 13**

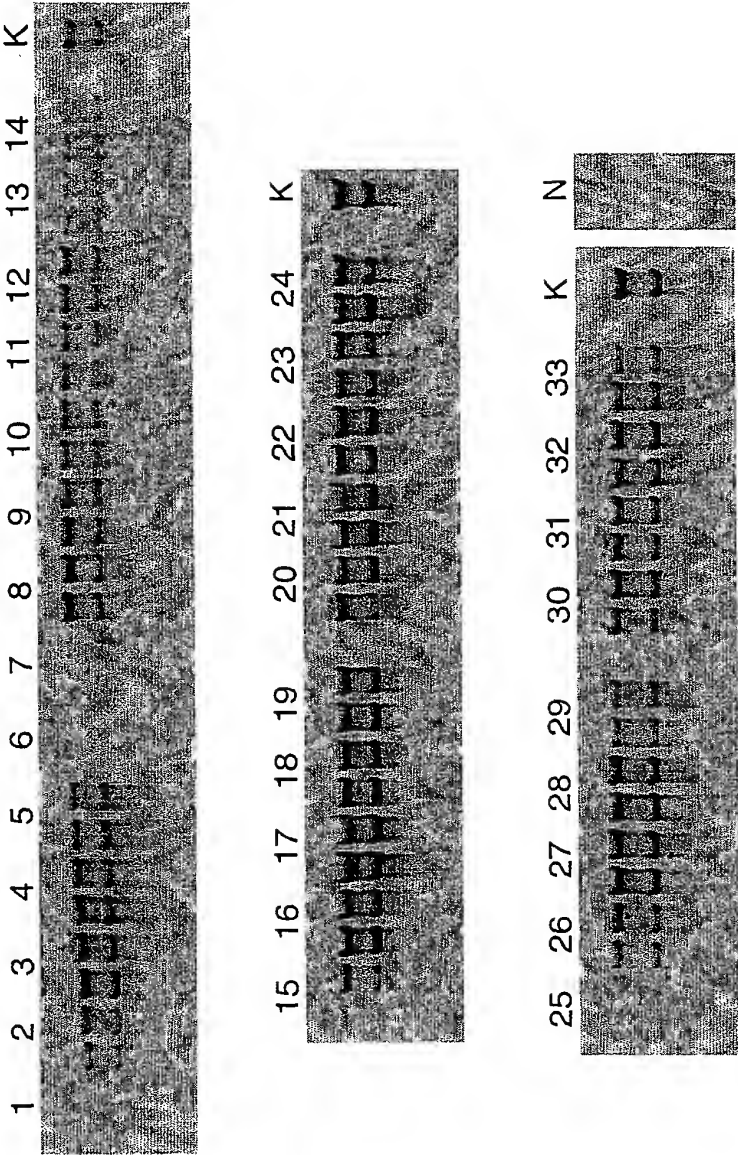
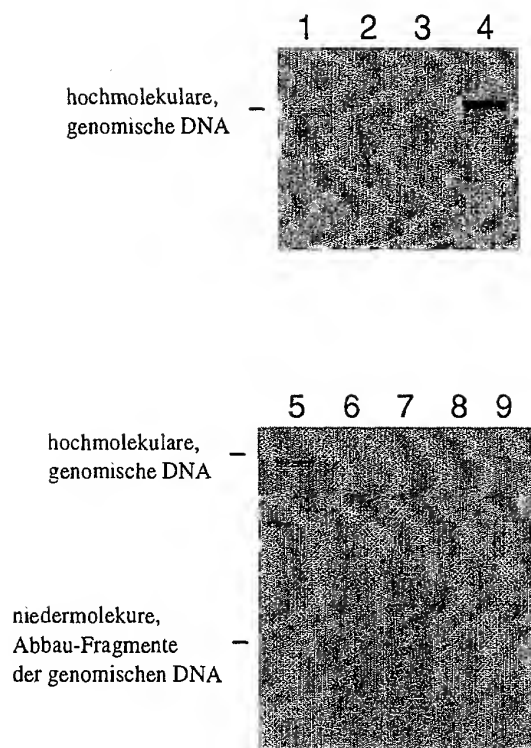


Fig. 14



**Fig. 15**